

A
SECOND GERMAN COURSE
FOR SCIENCE STUDENTS

Readings from Recent German Scientific Publications

SELECTED, ARRANGED, AND ~~EDITED~~ ^{NOTED}

BY

H. G. FIEDLER

*Taylorian Professor of the German Language and Literature in the
University of Oxford*

AND

F. E. SANDBACH

*Professor of the German Language and Literature in the
University of Birmingham*

SECOND EDITION, REVISED

HUMPHREY MILFORD
OXFORD UNIVERSITY PRESS
LONDON EDINBURGH GLASGOW NEW YORK
TORONTO MELBOURNE CAPETOWN BOMBAY
1929

Second Edition, 1921
Second Impression, 1929

Printed in Great Britain

PREFACE.

THIS book is intended as a supplement to our *First German Course for Science Students*. While in the latter the reading passages were specially constructed to illustrate the more important grammatical rules in a systematic sequence, the passages in this book have been selected from recent German scientific publications. An attempt has been made to arrange them in order of difficulty, without, however, altering them in any way. In order to familiarize the student with the variations of German orthography, even the spelling of the originals has been retained in all cases.

As at this stage the student should learn the use of the dictionary (a few hints on which are given on pp. 67 f.), no glossary has been provided. Some help has, however, been given in the Notes, which deal with a number of technical terms, compound words, idioms, and grammatical difficulties. Where possible, reference is made to the Grammar accompanying our First Course, and a summary of the new grammatical points dealt with in the Notes is given on pp. 69 ff. An Alphabetical List of German Abbreviations occurring in this book will also be found on pp. 75 f.

We have again to express our best thanks for the help we have received from Dr. Alexander McKenzie, Lecturer on Chemistry at the Birkbeck College, London; Dr. Findlay, Special Lecturer on Physical Chemistry in the University of Birmingham; and Dr. A. du Pré Denning, Lecturer on Physics in the University of Birmingham.

TABLE OF CONTENTS.

PREFACE	-	-	-	-	-	-	PAGE V.
READINGS—							
1. Anilinfarbstoffe-	-	-	-	-	-	-	I
2. Die Französischen Prüfungsbestimmungen für Thermo- meter	-	-	-	-	-	-	3
3. Das Leuchtgas	-	-	-	-	-	-	4
4. Besprechung von Landolt-Börnstein: Physikalisch-chemische Tabellen	-	-	-	-	-	-	6
5. Technisches Eisen	-	-	-	-	-	-	8
6. Über eine Violette und Ultraviolette Strahlung der Metalle bei gewöhnlichen Temperaturen	-	-	-	-	-	-	11
7. Geschichte der Thermochemie	-	-	-	-	-	-	17
8. Über einige Entladungserscheinungen in evakuierten Röhren	-	-	-	-	-	-	18
9. Über Anorganische Colloïde	-	-	-	-	-	-	22
10. Chromatische Depolarisation durch Lichtzerstreuung	-	-	-	-	-	-	23
11. Gold	-	-	-	-	-	-	25
12. Rezension von Th. C. Hebb: Die Schallgeschwindigkeit-	-	-	-	-	-	-	27
13. Chemische Verwandtschaftslehre	-	-	-	-	-	-	28
14. Die Entstehung des "National Physical Laboratory"	-	-	-	-	-	-	30
15. Berichte. A—Percarbonate	-	-	-	-	-	-	33
B—Monochloracetylperoxyd-	-	-	-	-	-	-	34
16. Über einige Eigenschaften der α -Strahlen des Radiums	-	-	-	-	-	-	35
17. Chemisches Gleichgewicht	-	-	-	-	-	-	39
18. Der Einfluss der Ionisation auf die Leitungsfähigkeit des Kohärrers	-	-	-	-	-	-	40
19. Eine Allgemeine Eigenschaft der Verdünnten Materie	-	-	-	-	-	-	42
20. Über die Diffusion naszierenden Wasserstoffs durch Eisen-	-	-	-	-	-	-	45
21. Uranstrahlen und Radioaktive Stoffe	-	-	-	-	-	-	47
22. Ein Planimeter zur Bestimmung der Mittlere Ordinaten beliebiger Abschnitte von registrierten Kurven	-	-	-	-	-	-	49
23. Radium und Helium	-	-	-	-	-	-	52
24. Die Messung kleiner Temperaturdifferenzen	-	-	-	-	-	-	54
NOTES	-	-	-	-	-	-	59
HINTS ON THE USE OF THE DICTIONARY	-	-	-	-	-	-	67
GRAMMATICAL SUMMARY	-	-	-	-	-	-	69
ALPHABETICAL LIST OF GERMAN ABBREVIATIONS	-	-	-	-	-	-	75

Doornodaya



my
happiest
day



supreme note book

READINGS

1. ANILINFARBSTOFFE.

Der wichtigste Teil der Industrie des Steinkohlenteers ist die Herstellung der künstlichen Farbstoffe, auch Anilinfarbstoffe genannt, die namentlich in Deutschland in grossen Mengen hergestellt werden.

5 Sie werden eingeteilt in folgende Hauptgruppen:

1. Abkömmlinge der Triphenylmethans-, Rosanilin-, Phenol- und Phtalsäurefarbstoffe; 2. Azofarbstoffe; 3. Anthracenfarbstoffe; 4. Indigo; 5. verschiedene: Nitrofarbstoffe, Chinolinfarbstoffe, Methylenblau, Safranin, Indulin,
- 10 Anilinschwarz, u.s.w.

Die Triphenylmethanfarbstoffe leiten sich vom Anilin, vom Toluidin und von deren Abkömmlingen ab, Verbindungen, die aus dem Benzol, dem Toluol u.s.w. durch Nitrieren und nachfolgende Reduktion gewonnen
15 werden.

Die Herstellung von Nitrobenzol geschieht, indem man in Benzol unter Umrühren langsam ein Gemisch von Salpetersäure und konzentrierter Schwefelsäure einfliessen lässt. Hierauf wird das Nitrobenzol wieder unter Umrühren mit
20 verdünnter Salzsäure und Eisendrehspänen behandelt und so das Anilin hergestellt.

Reines Anilin heisst *Blauol*, weil es zur Herstellung blauer Farbstoffe benutzt wird, während ein Gemisch von Anilin und Toluidin *Rotöl* heisst und zur Herstellung von roten
25 Farbstoffen dient. Letzteres ist nicht zu verwechseln mit dem Türkischrotöl, das aus Olivenöl gewonnen wird.

Der zuerst entdeckte Anilinfarbstoff ist das schön rote sogenannte *Fuchsin*, salzsaures Rosanilin, das durch Oxydation des Rotöles hergestellt wird. Diese Oxydation wurde
30 namentlich früher mit Hilfe von Arsensäure vorgenommen, was zu vielen Beschwerden Veranlassung gab, indem dabei

einesteils arsenhaltige Abfälle sich bildeten, deren Wiederverwertung recht lästig war, während andererseits auch Arsenik in den Farbstoff als Verunreinigung hineingelangte, und daher die Anilinfarbstoffe in den Ruf der Giftigkeit brachte. Neuerdings verwendet man deshalb Nitrobenzol als Oxydationsmittel bei der Herstellung des Fuchsin, dessen Sauerstoff hierbei durch die Vermittelung von Eisenhydroxyd auf die Base übertragen wird. Ähnliche Stoffe wie Fuchsin sind das Neufuchsin und das Säurefuchsin.

Wenn die Amidowasserstoffe des Rosanilins durch Methyl, Aethyl oder Phenol ersetzt werden, so entstehen violette oder blaue Farbstoffe, wie Methylviolett, Kristallviolett, Anilinblau.

Abkömmlinge des Benzaldehyds oder Bittermandelöles, C_6H_5CHO sind Malachitgrün, Smaragdgrün, Säuregrün und Patentblau.

Vom Phenolphthalein leiten sich die Phtalsäurefarbstoffe ab, unter denen namentlich Eosin und Rhodamin zu nennen sind.

Besonders zahlreich ist die Klasse der *Azofarbstoffe*, unter denen das Amidoazobenzol, $C_6H_5NH_2$, $N=N$, C_6H_5 , Anilinfarbstoff genannt, der einfachste ist. Zu dieser Klasse gehören ferner Chrysoidin, Bismarckbraun, Methylorange. Letzteres dient auch zum Gelbfärben der Butter und heisst dann Buttergelb. Ferner gehören hierher künstlicher Scharlach, Naphtholschwarz und Kongorot.

Die *Anthracenfarbstoffe* ferner sind wichtig namentlich dadurch, dass das Alizarin zu ihnen gehört, ein Farbstoff, der früher in ausgedehntester Masse aus der eigens zu diesem Zwecke angebauten Krapppflanze gewonnen, heutzutage aber ausschliesslich künstlich hergestellt wird. Es ist Dioxyanthrachinon, $C_{14}H_8(O_2)_2$, $C_{14}H_8(OH)_2$. Ihm verwandt ist auch das Alizarinblau, das an Farbe dem Indigo ähnlich ist und ihn an Echtheit sogar übertrifft.

Eine besondere Industrie ist alsdann die Herstellung des *Indigos*, der bis vor wenigen Jahren ausschliesslich aus Pflanzen gewonnen wurde. Er findet sich in dem in Europa vorkommenden Waid, namentlich aber in dem in Indien in grossen Mengen angebauten Indigostrauch. Diese Sträucher werden kurz vor der Blüte abgeschnitten und dann mit Wasser übergossen. Nach kurzer Zeit beginnt die den Indigo ergebende Verbindung, das Indican, sich zu lösen.

Die Lösung wird abgezogen und durch Schlagen mit Ruten
75 innig mit Luft in Berührung gebracht. Dadurch findet eine
Oxydation statt und der fertige Indigofarbstoff fällt aus.
Er wird nach dem Waschen, Auskochen und Abfiltrieren
ohne weiteres versandt.

Die in den letzten Jahren so ausserordentlich vervoll-
80 kommnete Herstellung des künstlichen Indigos wird indessen
voraussichtlich in nicht zu langer Zeit den natürlichen Indigo
ebenso verdrängen, wie bereits die Herstellung des Alizarins
den Anbau des Krapps verdrängt hat.

Dr. GUSTAV RAUTER: *Allgemeine chemische Technologie.*
Leipzig, Göschen, 1903.

2. DIE FRANZÖSISCHEN PRÜFUNGSBESTIMMUNGEN FÜR THERMOMETER.

Das Versuchslaboratorium des *Conservatoire National des Arts
et Mériers* in Paris hat im Mai 1902 Prüfungsbestimmungen
für Thermometer herausgegeben, die sich eng an die deutschen
anlehnen, ja sie in den Hauptpunkten vollständig kopieren,
5 jedoch in einigen Beziehungen davon abweichen. So sind,
um dies gleich vorwegzunehmen, die Fehlergrenzen im
allgemeinen enger als in den deutschen Bestimmungen
gezogen.

Die zu Grunde gelegte Temperaturskala ist die Skala des
10 Wasserstoffthermometers. Über deren Beziehung zu den
anderen praktischen Temperaturskalen in den höheren und
niederen Temperaturen ist in den Bestimmungen nichts
gesagt, aber wir werden in einem besonderen Referat darauf
zurückkommen.

15 Die Thermometer werden nach den französischen Prü-
fungsbestimmungen in 7 Gruppen geteilt, deren jede durch
einen grossen Buchstaben bezeichnet wird:

- P. Präzisionsthermometer (kalorimetrische und hypso-
metrische Normale);
- 20 DP. Halb-Präzisionsthermometer und meteorologische
Thermometer;
- O. Gewöhnliche Laboratoriumsthermometer;
- H. Gewöhnliche Siedethermometer für Höhenbestim-
mungen (Hypsometer);

M. Ärztliche Thermometer;

S. Besondere Thermometer (gewerbliche, u.s.w.);

D. Häusliche Thermometer.

25

Die Einteilung weicht von der deutschen insofern ab, als sie in mancher Beziehung etwas mehr spezialisiert und anders gruppiert und ausserdem die Bezeichnung Halb-Präzision (*demi-précision*) einführt, die aber dem Referenten nicht glücklich gewählt zu sein scheint. 30

Vor der eigentlichen Prüfung werden die Thermometer hinsichtlich ihrer Konstruktion untersucht (Füllung des Gefässes, Regelmässigkeit und Durchsichtigkeit der Röhre, richtiges Funktionieren des Index bei Maximum- und Minimumthermometer u.s.w.). 35

Die Instrumente der Gruppe P, DP, H und alle Thermometer für Temperaturen über 100° werden hinsichtlich der Konstanz ihrer Angaben geprüft; wenn dabei das Ergebnis unbefriedigend ausfällt, so werden die Thermometer einem künstlichen Alterungsverfahren unterworfen. 40

Stabthermometer dürfen höchstens 10 mm stark sein. Einschlussthermometer müssen auf dem Umhüllungsrohr zwei Strichmarken haben; bei Thermometern, die oben zugeschmolzen sind, genügt ein Strich. 45

Die Angaben der Maximum- und Minimumthermometer dürfen bei aufeinander folgenden Vergleichen bei derselben Temperatur nicht mehr als 0, 1° für die Klassen DP und M abweichen. Der für die Thermometer der anderen Klassen zugelassene Fehler richtet sich nach der Einteilung dieser Instrumente und wird im Zeugnis angegeben. 50

(*Deutsche Mechaniker-Zeitung*, Nr. xvii.,
September, 1905, S. 170.)

3. DAS LEUCHTGAS.

Das Leuchtgas wird hauptsächlich aus Steinkohle dargestellt. Zum Zwecke der Leuchtgasherstellung werden die Kohlen in Retorten aus Chamotte, deren mehrere in gemeinschaftlichen Öfen mit Gasfeuerung eingemauert sind, bis auf beginnende Weissglut erhitzt. Die entweichenden Gase münden in eine mit Flüssigkeitsverschluss versehene Vorlage, die den Zweck hat, die einzelnen Retorten von der Hauptgasleitung abzuschliessen. Sie gehen von da in hohe eiserne 5

Zylinder, um gekühlt zu werden, wodurch Teer und Wasser
10 sich verflüssigen und absetzen. Alsdann durchstreichen sie
Waschtürme, auch Skrubber genannt, in denen sie mit
Wasser in Berührung kommen und dadurch von den in
diesem löslichen Gasen befreit werden. Als solche kommen
15 namentlich Ammoniak, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff,
Cyanwasserstoff und Rhodanwasserstoff in Betracht. Nun-
mehr durchstreichen sie einen Ventilator, eine Vorrichtung,
die ihre gleichmässige Bewegung von den Retorten weg
durch die vorbeschriebenen Türme und durch die nach-
folgende trockene Reinigungsanlage zum Gasbehälter hin
20 aufrechterhält.

Die trockene Reinigung der Gase besteht nun darin, dass
sie durch Filter von sogenannter Lamingscher Masse,
aus einem lockeren Gemisch von natürlichem Raseneisenstein
mit Sägespänen bestehend, hindurchgedrückt werden, wo-
25 durch die durch die nasse Wäsche noch nicht vollständig
beseitigten fremden Gase vollends niedergeschlagen werden.
Die verbrauchte Gasreinigungsmasse wird auf Cyanver-
bindungen verarbeitet und zuletzt, da sie auch stark schwefel-
haltig geworden ist, durch Verbrennen für die Schwefelsäure-
30 herstellung nutzbar gemacht. Schliesslich wird das Leuchtgas
von dem Gasbehälter oder Gasometer aus unter geringem
Überdruck in die Verbrauchsleitungen verteilt.

Um die Leuchtkraft des Gases zu erhöhen, was je nach
der verwendeten Kohlensorte mitunter nötig wird, kann man
35 es durch sogenanntes Karburieren leuchtkräftiger machen,
indem man es durch leichtflüssige Brennöle, Benzol oder
Petroleumäther streichen lässt, die alle mit stark leuchtender
Flamme verbrennen. Namentlich das Benzol, das aus dem
Steinkohlenteer in grossen Mengen gewonnen wird, ist zum
40 Karburieren des Leuchtgases sehr geeignet. An Stelle von
Leuchtgas selbst verwendet man sogar vielfach auch kar-
buriertes Wassergas, das dadurch entsteht, dass man
Wassergas, das an sich nicht mit leuchtender Flamme ver-
brennt, z. B. mit Petroleum karburiert.

45 Ein anderes Verfahren, das Leuchtgas besser leuchtend
zu machen, ist die Verwendung des Glühstrumpfes, die
sich in den letzten Jahren ausserordentlich eingebürgert hat.
Zu diesem Zwecke wird das Gas in einem Bunsenschen
Brenner durch Mischung mit Luft entleuchtet, so dass eine
50 sehr heisse, an sich dunkle Flamme entsteht, über die ein

mit einem Gemisch von Thorerde und 1% Cererde getränktes Gewebe, der sogenannte Glühstrumpf, gestürzt ist. Diese Oxydmischung hat, zum Glühen erhitzt, ein ausserordentlich starkes Lichtausstrahlungsvermögen und leuchtet demzufolge weit heller, als es die nicht entleuchtete Gasflamme an sich getan haben würde. 55

Dr. GUSTAV RAUTER: *Allgemeine chemische Technologie*. Leipzig, Göschen, 1903.

4. BESPRECHUNG VON

LANDOLT-BÖRNSTEIN: *Physikalisch-chemische Tabellen*. Dritte, umgearbeitete und vermehrte Auflage (xvi u. 861 S., geb. M36,00. Berlin: J. Springer. 1905).

Die seit langem erwartete und dringend gewünschte dritte Auflage des grossen Tabellenwerkes — die zweite Auflage stammt aus dem Jahre 1894 — ist soeben erschienen. Dass sie eine ausserordentlich vermehrte Auflage ist, zeigt das Anwachsen des Umfanges; die Seitenzahl ist von 563 auf 861, die Zahl der Tabellen von 208 auf 264 gestiegen. Doch entspricht die Vermehrung des Inhaltes keineswegs dem blossen Zuwachs an Seiten und Tabellen; denn die Tabellen sind in der neuen Auflage fast durchgehends in gedrängterer Form gedruckt, so dass gewissermassen jede Seite inhaltreicher geworden ist. Die Fassung der Tabellen und die ganze Anordnung des Stoffes ist einer vollständigen Umarbeitung unterzogen, durch die nicht bloss eine bessere Gruppierung des Zusammengehörigen, sondern vor allem der Anschluss an die moderne Formulierung der Probleme in der Physik und besonders in der physikalischen Chemie angestrebt und durchgeführt worden ist. So schliessen sich jetzt an die ersten, nicht wesentlich veränderten Tabellen über Atomgewichte, Schwerkraft, Luftdichte, Gasvolumina, Druckreduktionen und Dichte von Wasser und Quecksilber zunächst die Tabellen über Elastizität, Reibung, Kompressibilität, Zähigkeit und Kapillarität an; dann folgen Tensionen, kritische Zustände, Thermometrie, Ausdehnung, Dichte, Schmelz- und Siedepunkte, Polymorphie von Elementen und Verbindungen; dann ein besonderes Kapitel mit sechs Tabellen über Schmelz- und Erstarrungserscheinungen bei zwei Stoffen (Legierungen), z.T. unter Wieder-

gabe der Resultate in Kurvenform, statt in Tabellen. Es
 folgen die Kapitel Dichte und Ausdehnung von Lösungen,
 30 Diffusion, Gasmoleküle, spezifische Wärme, dann sehr viel
 ausführlicher als früher ein Kapitel Thermochemie mit
 15 Tabellen, darunter auch diejenigen über Schmelz- und
 Verdampfungswärmen, dann ebenfalls neu gegen die frühere
 Auflage ein Kapitel mit vier Tabellen zur Molekularge-
 35 wichtsbestimmung (Gefrier- und Siedepunktänderungen);
 darauf das Kapitel über Wärmeleitung, und ein zehn
 Tabellen umfassendes Kapitel über chemisches Gleich-
 gewicht, Löslichkeit und Absorption. Fortgefallen ist aus
 der Wärmelehre die Tabelle über Kaltemischungen. In
 40 dem ersten Kapitel aus der Optik sind Tabellen über Licht-
 absorption wässriger Lösungen und ausgewählter Kristalle
 und über das Reflexionsvermögen von Metallen neu auf-
 genommen; auch die Mitteilungen über Spektrallinien sind
 erweitert. Dass letzteres nur in geringem Umfange ge-
 45 schehen ist, kann mit dem Hinweis auf die ausführlichen
 spektralanalytischen Tabellen- und Tafelwerke, die wir
 bereits besitzen, wohl zur Genüge begründet werden. Die
 folgenden Kapitel, Brechungsexponenten, Optische Drehung,
 Elektrische Leitung, Dielektrizitätskonstante, entsprechen
 50 der Einteilung der alten Auflage, sind aber sämtlich um-
 gearbeitet und erweitert. Nicht berücksichtigt sind dabei,
 wie ausdrücklich hervorgehoben werden mag, die neuesten
 Untersuchungen über Elektrizitätsleitung in Gasen. Doch
 ist eine Tabelle über Funkenpotentiale neu aufgenommen,
 55 desgleichen eine Tabelle über thermoelektrische Kräfte
 gegen Platin; ferner enthält das Kapitel Magnetismus
 ausser den erdmagnetischen Werten jetzt auch Tabellen
 über Magnetisierbarkeit von Eisen und Stahl, Nickel und
 Kobalt und über para- und diamagnetische Körper. Den
 60 Schluss bilden die Tabellen über Schallgeschwindigkeit, über
 Masseinheiten und Dimensionen—diese in stark erweiterter
 Form—vermischte Konstanten, zwei neue Tabellen über
 Mineralien und organische Verbindungen, und die Über-
 sicht über die Jahres- und Bandzahlen von Zeitschriften.
 65 Es fehlen auffälligerweise vollständig Tabellen über Poten-
 tialdifferenzen zwischen zwei Körpern und über elektro-
 motorische Kräfte von Ketten. Die Mitteilungen hierüber
 beschränken sich auf die Zahlen für wenige Elemente, die
 unter die „vermischten Konstanten“ eingestellt sind.

Dass die Riesenarbeit der Revision bez. Neuauflistung 70
dieser Tabellen nicht von den Herausgebern allein geleistet
werden konnte, ist selbstverständlich. Die Zahl der Mit-
arbeiter, die bei der zweiten Auflage 15 betragen hatte, ist
bei der dritten auf 45 gestiegen. Mit besonderer Freude
und Genugtuung aber muss hervorgehoben werden, dass 75
das Werk die Unterstützung der Kgl. Preussischen
Akademie der Wissenschaften gefunden hat. Ohne diese
wäre es wohl nicht möglich gewesen, dieses umfangreiche
und kostspielige Werk zu dem verhältnismässig so niedrigen
Preise von 36 M. in den Handel zu bringen. W. K. 80

(Beibl. z. d. Ann. d. Phys., Bd. xxix, No. 17, S. 910-912.)

5. TECHNISCHES EISEN.

Das technische Eisen ist nicht rein, sondern enthält neben
geringeren Beimengungen bis zu 5 % Kohlenstoff, welcher
seine Eigenschaften in sehr hohem Masse beeinflusst.
Während reines Eisen zwar sehr zäh, aber verhältnismässig
weich ist, vermehrt es seine Härte mit dem Gehalt an 5
Kohlenstoff, und auch sein Verhalten bei höherer Temperatur
wird wesentlich anders.

Man unterscheidet wesentlich drei Arten technischen
Eisens: *Schmiedeeisen*, *Stahl* und *Gusseisen*; ersteres enthält
am wenigsten, letzteres am meisten Kohlenstoff. Das 10
Schmiedeeisen nähert sich wie in seiner Zusammensetzung
so auch in seinen Eigenschaften am meisten dem *reinen*
Eisen: es ist zäh, nicht sehr hart, und wird beim Erhitzen
vor dem Flüssigwerden erst weich wie Wachs oder Natrium.
Diese Eigenschaft ist für die technische Bearbeitung des 15
Eisens von grösster Wichtigkeit, da sie es ermöglicht, das
Metall zu formen und verschiedene Stücke zu vereinigen,
ohne dass man die Temperatur bis zum Schmelzen des
Metalls zu steigern braucht. Es genügt vielmehr, die
Erweichungstemperatur (etwa 600°) zu erreichen um durch 20
Pressen, Walzen und Schmieden das Erforderliche zu er-
reichen. Die Vereinigung zweier Eisenmassen durch Druck
(Hämmern) nennt man „*Schweissen*,” die dazu erforderliche
Temperatur ist helle Rotglut.

Das Schmiedeeisen ändert seine Eigenschaften nicht 25

wesentlich, wenn man es erhitzt und plötzlich abkühlt. Im höchsten Masse ist dagegen die Beschaffenheit des *Stahls* von solcher Behandlung abhängig.

Stahl ist Eisen, welches 0·8 bis 2·5 % Kohlenstoff enthält
30 und sonst möglichst rein ist. Der Kohlenstoff ist chemisch an Eisen gebunden und dies Kohlenstoffeisen oder Eisenkarbid Fe_3C ist mit dem anderen Eisen legiert. Die Folge dieses Gehaltes an einem fremden Stoffe ist zunächst ein sehr merkliches Sinken des Schmelzpunktes; Stahl ist bei
35 1400° flüssig und lässt sich giessen. Der Gussstahl ist ein aus feinen kristallinischen Körnchen bestehendes Metall, welches vor dem Schmelzen ähnlich wie Schmiedeeisen erweicht und sich daher auch schmieden lässt. Durch eine solche Behandlung erhält der Stahl eine ähnliche faserige
40 oder sehnige Beschaffenheit wie bearbeitetes Schmiedeeisen. Wird der Stahl rotglühend gemacht und plötzlich abgekühlt, so wird er spröde und nimmt gleichzeitig den höchsten Härtegrad an. Er ist dann so hart, dass er Glas ritzt, und heisst danach *glashart*. Wird der glasharte Stahl von neuem
45 vorsichtig erwärmt, so kann man ihm jeden beliebigen Grad von Härte erteilen, denn er wird um so weicher, je länger oder höher man ihn erwärmt. Man nennt diesen Vorgang das *Anlassen* oder *Nachlassen* des Stahls.

Als Kennzeichen für den zu erzielenden Grad des Nachlassens dienen von altersher die Farben, welche eine blanke
50 Stahlfläche beim Erwärmen annimmt. Bei etwa 220° beginnt das Metall sich mit messbarer Geschwindigkeit an der Luft zu oxydieren, und das entstehende Oxyd überzieht in Gestalt einer sehr dünnen Schicht das Metall. Ist die Dicke
55 dieser Schicht von der Ordnung einer Lichtwelle, so beginnen die entsprechenden Interferenzfarben oder „Farben dünner Blättchen“ sichtbar zu werden. Da zuerst die kürzesten Wellen, von den sichtbaren die violetten, ausgelöscht werden, so erscheint als erste Anlauffarbe die Komplementärfarbe,
60 ein blasses Strohgelb. Dies geht durch Orange in Purpur, Violett, Blau und schliesslich Grau über. Jeder dieser Farben entspricht ein bestimmter Erweichungsgrad des Stahls: gelb lässt man Stähle zur Bearbeitung von Eisen, purpurrot solche für Messing anlaufen, während Werkzeug
65 für Holz blau angelassen wird. Wiewohl sich Farbe und Härte nicht vollkommen entsprechen, so ist doch der Zusammenhang für den erfahrenen Arbeiter ausreichend.

Durch diese Mannigfaltigkeit der Härtezustände, die der Stahl annehmen kann, wird seine ^{erweiterte} ausgedehnte technische Brauchbarkeit bedingt. Man kann ihn im weichen Zustande beliebig formen und die geformten Gegenstände dann auf jeden erforderlichen Härtegrad bringen.

7c

Die Theorie des *Härtens* ist erst in den letzten Jahren klargestellt worden. Das oben erwähnte Eisenkarbid Fe_3C ist nicht nur für sich sehr hart, sondern bildet auch mit feinem Eisen ein gleichteiliges Gemisch, eine „feste Lösung“, die gleichfalls hart ist, nur um so weniger, je weniger Karbid sie enthält. Wenn man nun eine ^{von einem Karbid} derartige feste Lösung, die bei hoher Temperatur aus Karbid nebst Eisen besteht, *langsam* abkühlt, so zersetzt sie sich bei etwa 670° , indem sie in reines Eisen neben Karbid zerfällt, welche beide als *Gemenge* nebeneinander liegen. Da das reine Eisen weich ist, so teilt es diese Eigenschaft auch dem Gemenge mit.

75

8c

Wird dagegen die Abkühlung *plötzlich* ausgeführt, so findet diese Entmischung der festen Lösung nicht statt, und sie bleibt in ihrer Härte erhalten. Die feste Lösung wird hierbei metastabil oder gewissermassen übersättigt.

85

Dies erklärt zunächst, warum abgeschreckter Stahl hart, langsam abgekühlter weich ist. Das *Anlassen* des harten Stahls besteht nun darin, dass durch die Temperaturerhöhung der Zerfall der festen Lösung in die beiden Bestandteile langsam eintritt, und zwar um so schneller, je höher die Temperatur steigt. Durch das plötzliche Abkühlen wird der jeweils erreichte Mischungszustand festgehalten, da bei gewöhnlicher Temperatur die Umwandlungsgeschwindigkeit unmessbar klein ist, und man erhält die entsprechenden Härtegrade.

90

95

Diese Betrachtung erklärt auch, warum das Anlassen erfahrungsmässig nicht nur von der Temperatur, sondern auch von der *Zeit* abhängig ist, derart, dass eine niedrigere Temperatur bei langer Dauer ebenso wirkt, wie eine höhere bei kurzer.

100

Man kann die Härtung in einer einzigen Operation ausführen, wenn man durch passendes Erwärmen oberhalb 670° das gewünschte Gemenge von Eisen und fester Lösung (deren Gleichgewicht sich mit der Temperatur verschiebt) herstellt und den Zustand durch plötzliches Abkühlen festhält. Die für einen bestimmten Härtegrad erforderliche Temperatur ist vom Kohlenstoffgehalt abhängig; kennt man

105

10 diesen, so kann man die Temperatur voraus bestimmen, durch welche man einen bestimmten Härtezustand erzeugt.

Nimmt der Kohlenstoffgehalt auf 4 bis 5 Prozent zu, so wird der Schmelzpunkt des Eisens noch niedriger, und es verliert die Zähigkeit und die Möglichkeit, den „sehnigen“
115 Zustand anzunehmen, während die Möglichkeit des Härtens in einem gewissen Umfange erhalten bleibt. Solches Eisen heisst *Gusseisen*.

Man unterscheidet *weisses* und *graues Gusseisen*. Das erstere wird bei schnellem Abkühlen erhalten, ist sehr hart
120 und kristallinisch und enthält den grössten Teil des Kohlenstoffs im chemisch gebundenen Zustande als Karbid. Langsam abgekühltes Gusseisen scheidet einen Teil des Kohlenstoffs in Gestalt feiner Blättchen von *Graphit* ab, die dem Eisen eine graue Farbe geben. Gleichzeitig wird das Metall
125 weniger hart und spröde, und das Korn wird feiner. In diesem Zustande findet das Gusseisen zu zahllosen Zwecken Verwendungen, bei denen die Leichtigkeit der Formgebung durch Giessen in Betracht kommt, und die geringere Festigkeit des Metalls gegen Zug und Biegung kein wesentliches
130 Hindernis ist.

W. OSTWALD: *Grundlinien der Anorganischen Chemie*.
Leipzig, W. Engelmann, 1904,^a S. 581 ff.

6. ÜBER EINE VIOLETTE UND ULTRAVIOLETTE STRAHLUNG DER METALLE BEI GEWÖHNLICHEN TEMPERATUREN.

Jeder, der eine Winternacht im Norden gesehen hat, erinnert sich wahrscheinlich, wie hell die Landschaft da liegt, auch wenn der Himmel mit dicken Stratocumuluswolken bedeckt ist. Ist das Licht, welches wir dann wahrnehmen,
5 nur reflektiertes Sternenlicht oder ist die Schneedecke auf irgend eine Weise selbst leuchtend? Das waren Fragen, die ich mir öfters vorgelegt hatte.

Im Winter 1893-1894 versuchte ich diese Frage experimentell zu lösen.

10 Der gebrauchte Apparat besteht aus einem Metallkasten ohne Boden, der tief in den Schnee eingedrückt werden kann. Als Deckel des Kastens wurde eine photographische

Kassette (Lancaster Instantograph, 9 X 12 cm) in der gewöhnlichen Weise eingeschoben.

Die lichtempfindliche Platte wurde in der Dunkelkammer in die Kassette eingelegt und teilweise mit einem dünnen Kartonblatt bedeckt. 15

Der Kasten wurde dann in der Nacht über eine freie, frisch gefallene Schneefläche eingedrückt und die Kassette eingeschoben. Die Schiebtür wurde ausgezogen und die Platte auf diese Weise in der Nacht längere oder kürzere Zeit (4 bis 7 Stunden) der Einwirkung der Schneefläche ausgesetzt. 20

Alle Versuche, die ich im Winter 1893-1894 an verschiedenen Stellen in der Umgebung von Helsingfors und im Botanischen Garten der Universität ausgeführt habe, lieferten keine Resultate. 25

Bei der Entwicklung wurden die Platten gleichmässig schwarz, und keine Spur von einer Schirmwirkung der Kartonscheibe konnte beobachtet werden. 30

Neuerdings sind durch Wilson und Allan die radio-aktiven Eigenschaften des Regens und des Schnees entdeckt worden. Es schien auch darum ratsam, nochmals nachzuprüfen, ob nicht die Durchlässigkeit des Papiers für die gedachten Schneestrahlen die Ursache der negativen Resultate sei. 35

Im Frühling 1904 bin ich daher auf diese Versuche zurückgekommen. Die Experimente wurden hauptsächlich von Hrn. Student v Berg in meinem Auftrage auf dem Landgut Stennkulla in der Nähe der Station Dickursby ausgeführt. 40

Anstatt der Kartonscheibe benutzte ich jetzt Zink- und Glasscheiben, später auch Eisen-, Kupfer- und Messingscheiben zur Bedeckung der photographischen Platte.

Die Wirkung der Schneedecke war nun sehr auffällig. 45

Es schien mir jedoch notwendig, erst zu ermitteln, ob und in welchem Masse die Schneedecke die Ursache der beobachteten Schwärzung der photographischen Platten war. Deswegen wurden kleine empfindliche Platten (3 X 8 cm) in dieselbe hölzerne Kassette eingeführt, und quer über dieselben wurden verschiedene schmale Metallscheiben gelegt. Anstatt die Platten zu belichten, wurden sie nun in der Tasche getragen oder in der Dunkelkammer gehalten, bevor sie entwickelt wurden. Bei der Entwicklung traten an 50

55 den Stellen zwischen den Metallplatten wieder dieselben dunklen Streifen auf.

Zunächst wurden nun die photographische Lampe und die Kassette einer eingehenden Prüfung unterworfen. Die Lampe schien in der Tat nicht ganz zuverlässig zu sein.
60 Auch die Kassette wurde genau geprüft und die zuerst angewandte Kassette als verdächtig verworfen.

Nachher habe ich die Versuche vielfach wiederholt und schliesslich sowohl die photographische Platte wie die daraufgelegten Metallscheiben ohne jede Beleuchtung in die
65 Kassette eingeführt. Die Metallscheiben wurden in der Dunkelkammer ohne Beleuchtung herausgenommen und die Platten in gewöhnlicher Weise entwickelt.

Bei einem Versuche war die empfindliche Platte sechs Monate lang vor der Entwicklung mit einer Zink- und
70 einer Messingscheibe bedeckt gewesen. Die Wirkung der schiefliegenden Zinkscheibe auf die empfindliche Platte entsprach jedoch nicht der langen Expositionszeit. Bei der Erwägung dieses Resultates erschien es mir möglich, dass die Temperatur dabei eine Rolle gespielt haben könne.

75 Ich begann nun zu untersuchen, ob die Wirkung der Metalle auf die photographische Platte durch eine Erhöhung der Temperatur gesteigert werden könnte.

In einen Kasten aus verzinnem Eisenblech wurde zuerst eine Glasscheibe gebracht und darauf eine photographische
80 Platte mit der empfindlichen Seite nach oben eingelegt. Auf diese photographische Platte wurde aus Gründen, die ich später berühren werde, eine stabförmige Thermosäule gelegt, die aus Wismut und Antimon bestand. . . . Die beiden Enden der Säule waren an Kupferdrähte gelötet, die
85 durch zwei an den Deckel gelötete feine Messingröhren herausragten. Der Deckel wurde nun lichtdicht übergeschoben und die ganze Vorrichtung in einen hölzernen Kasten eingelegt. Dabei standen nur die beiden Leitungsdrähte hervor. Das alles wurde in der Dunkelkammer
90 ohne jede Beleuchtung ausgeführt.

Mit diesem Apparat habe ich verschiedene Versuche angestellt.

1. Ein elektrischer Strom, 0,45 Amp., wurde durch die Thermosäule in der Richtung vom Antimon zum Wismut
95 geschickt. Der Strom war 16 Stunden 20 Min. geschlossen. Nach der Entwicklung der Platte fand ich intensiv schwarze

Punkte, welche über die ganze Platte verbreitet waren. Diese sehr charakteristischen Punkte geben, wie bekannt, die Wirkung des Sauerstoffs an. Die photographische Platte war eine orthochromatische Isolar- Gelatinetrocken- 100 platte der Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation zu Berlin.

Mit demselben Apparat wurde ein neuer Versuch gemacht, wobei jedoch die Stromstärke 5 Amp. betrug, und der Strom 1 Stunde 45 Min. lang hindurchgeschickt wurde. Bei der Entwicklung dieser Platte fand ich nur wenige 105 schwarze Punkte an dem Platze der Lötungsstelle des einen Kupferdrahtes. . . .

Derselbe Versuch wurde nun wiederholt. Nur wurde der Strom nun $5\frac{1}{2}$ Stunde lang hindurchgeschickt. Nach der Entwicklung konnte ich nur drei kleine schwarze 110 Punkte auf der Platte sehen.

Es schien mir daher bewiesen, dass die anfangs so starke, später aber kaum merkbare Wirkung des Sauerstoffs von Resten des Lötungswassers an den Lötstellen herrührte. Diese Annahme wurde durch alle späteren Versuche 115 bestätigt.

2. Die Wirkungszeit des Stromes wurde nun bedeutend verlängert.

Ein Strom, 5 Amp., wurde in der Richtung vom Antimon zum Wismut $25\frac{1}{2}$ Stunden durch die Thermostaule 120 geschickt. Nach dem Entwickeln zeigte die Platte nicht die geringste Spur von einzelnen schwarzen Punkten, dagegen aber eine starke Wirkung des Wismuts und eine schwächere des Antimons. Dabei ist es sehr auffällig, dass der rektanguläre Teil der empfindlichen Platte, die von der 125 Säule bedeckt war, keine oder nur eine sehr schwache Einwirkung zeigte. Dieser Umstand schien mir anzudeuten, dass die Wirkung von einem Gase herrühre. Russell, der vor allem die Wirkung verschiedener Stoffe auf die photographische Platte studiert hat, sieht ja die Ursache einer 130 solchen Einwirkung in der Entstehung von Wasserstoff-superoxyd.

* * * * *

Es war nun die Frage zu beantworten, ob diese Wirkung der Metalle von den Wärmestrahlen oder von den im allgemeinen mehr chemisch wirksamen Strahlen herrühre. 135 Dass die Wärmestrahlen hierbei nicht wirksam gewesen sind, war mir schon vorher sehr wahrscheinlich. . . .

Es schien mir jedoch notwendig, diese Frage experimentell zu studieren. Darum habe ich erstens die orthochromatische Isolarplatte durch eine gewöhnliche, besonders gegen violette und ultraviolette Strahlen empfindliche Platte ersetzt.

3. Der zweite Versuch 2 wurde daher mit einer Imperialplatte wiederholt. Der Strom betrug nun wie bei allen diesen Versuchen 5 Amp., und die Wirkungszeit war 26 Stunden 20 Min. Nach dem Entwickeln zeigte die Platte eine sehr starke Einwirkung der Strahlen.

Der Effekt scheint also viel mehr durch violette und ultraviolette als durch gelbe und grüne Strahlen hervorgerufen zu sein.

4. Derselbe Versuch wurde nochmals wiederholt, und die Expositionszeit belief sich auf 25 Stunden. Bei diesen Versuchen lag die Säule ca. 2 mm oberhalb der empfindlichen Platte, befand sich also an keiner Stelle mit derselben in Berührung.

Nach der Entwicklung fand ich einen dunklen, elliptischen Fleck an der Stelle der Wismutstange. Die Wirkung scheint sich also bei frei schwebender Säule gleichförmig in jede Richtung zu verbreiten.

Nur die Abkühlung der unteren Fläche der Säule bei Berührung mit der Platte scheint den Umstand erklären zu können, dass die Stelle, wo die Thermosäule bei den früheren Versuchen lag, keine Beeinflussung zeigte.

Dass die Wärmestrahlen an und für sich nicht wirksam sind, das beweisen noch folgende Versuche.

* * * * *

Es schien mir noch notwendig zu zeigen, dass diese Strahlung keine spezielle Wirkung des Stromes darstellt, sondern nur durch eine Erhöhung der Temperatur hervorgerufen ist. Darum habe ich mir ein Thermoelement von Kupfer und Zink machen lassen. Diese Thermosäule wurde in ganz ähnlicher Weise wie die Antimon-Wismutsäule in denselben Kasten eingeführt und auf die empfindliche Seite einer photographischen Platte gelegt. Ein Strom, 5 Amp., wurde dann 26½ Stunden durch die Thermosäule geschickt. Derselbe Versuch wurde später mit umgekehrter Stromrichtung ausgeführt. Nach dem Entwickeln fand ich mit Ausnahme eines schwarzen Punktes

keine Beeinflussung in der Umgebung der Stelle, wo die Säule gelegen hatte.

* * * * *

Es scheint mir hierdurch bewiesen zu sein, dass alle Metalle schon bei gewöhnlichen Temperaturen sogar violette und ultraviolette Strahlen aussenden, obgleich diese Strahlen noch zu schwach sind, um mit unseren Augen empfunden werden zu können. Bei Steigerung der Temperatur wird diese Strahlung immer intensiver, bis bei Weissglut auch unsere Augen davon affiziert werden. Diese Strahlung wird möglicherweise durch gewisse chemische Prozesse an der Oberfläche des Metalles erzeugt, aber die Wirkung auf die empfindliche Platte scheint von der Oberfläche und nicht von hierbei entstandenen Emanationen auszugehen.

Bei diesen Versuchen habe ich ein Thermoelement gebraucht, um auch die Wirkung an der Verbindungsstelle zweier Metalle studieren zu können. Das erhaltene Resultat zeigt nun, dass die Berührungsstelle der Metalle in bezug auf die Energieausstrahlung keine bemerkbare Rolle spielt. Es ist also sehr wahrscheinlich, dass die Ursache der Thermoströme nicht in dieser Berührungsstelle, sondern in den Eigenschaften der beiden zusammengelöteten Metalle gesucht werden muss.

W. Thomson hat ja schon auf theoretischem Wege gezeigt, dass bei den Peltierschen Erscheinungen Kräfte vorkommen müssen, die Funktionen der entsprechenden Temperaturen sind, und deren Form von der Beschaffenheit der Metalle abhängt, welche das Thermoelement bilden.

Die Erfahrung lehrt dazu, dass z.B. zwei Kupferdrähte, wenn auch chemisch ganz gleich, doch physikalisch so voneinander verschieden sein können, dass, wenn sie einen Kreis bilden, schon Thermoströme auftreten können.

Wir haben es also bei jeder Thermosäule mit einer Energieausstrahlung zu tun, die bei dem einen Metalle bei gewöhnlichen Temperaturen grösser ist als bei den anderen. Wahrscheinlich wird sich diese Verschiedenheit der ausgestrahlten Energiemengen bei einer anderen Temperatur ausgleichen, ja sogar bei noch grösserer Veränderung der Temperatur in umgekehrter Weise entstehen können.

Hierdurch könnte man vielleicht die Inversion der Thermosäulen bei höheren Temperaturen erklären.

Wahrscheinlich senden, wie schon erwähnt, fast alle

220 Körper bei gewöhnlichen Temperaturen auch violette und ultraviolette Strahlen aus. Die ionisierende Wirkung dieser Strahlen spielt vielleicht eine ungeahnte Rolle in der Natur.

Es liegt auch nahe, anzunehmen, dass Tiere, die im Dunkeln sehen, speziell für diese Strahlen empfindliche Augen haben.

G. MELANDER,

Helsingfors.

(*Annalen der Physik*, Bd. xvii., 1905, S. 705-716.)

7. GESCHICHTE DER THERMOCHEMIE.

Robert Boyle, der Begründer unserer heutigen Ansicht über die Grundstoffe, war wohl der erste, der sich mit thermochemischen Untersuchungen befasste. Er machte gegen die von Paracelsus vertretene Ansicht, dass sich die Grundbestandtheile der Körper durch Anwendung von Feuer sicher erkennen liessen, energisch Front. Er wusste schon, dass Körper bei der Verbrennung eine Gewichtsvermehrung erfahren. Hieraus musste auf eine sich dabei abspielende Vereinigung mit anderen Stoffen geschlossen werden. Im Zusammenhang mit physikalischen Arbeiten beschäftigte er sich lebhaft mit der Untersuchung der Luft und ihrer Veränderung, namentlich beim Verbrennungs- und Atmungsprozess.

Im Verfolg der Boyle'schen Ideen zeigte Majow, dass die atmosphärische Luft bei der Verbrennung eines Körpers einen ihrer Bestandteile abgibt. Lavoisier bewies dann, dass der Sauerstoff der Luft die Verbrennung unterhalte, indem er sich mit dem verbrennenden Körper vereinige, und stellte hiermit den Hauptsatz der heute gültigen Verbrennungstheorie auf. Er war es auch, der thermochemische Messungen von Verbrennungswärmen ausführte; speziell suchte er die von tierischen Organismen produzierten Wärmemengen zu messen. Ein Grundgesetz, ein Spezialfall des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft, ist schon von ihm aufgestellt, nämlich dass zur Zerlegung einer Verbindung ebensoviel Wärme erforderlich sei, als bei ihrer Bildung aus den Elementen frei werde. Um auch die bei Wärmemessungen nach aussen abgegebene Wärmemenge zu kennen, war die Kenntniss der spezifischen Wärmen der erwärmten Stoffe notwendig.

Die Lösung dieser Aufgabe wie auch die systematische Anwendung unseres heutigen Wärmemasses, der Kalorie, ist das Verdienst von Hess. Auch stellte er das wichtige *Princip von der „Konstanz der Wärmesummen,“* die Hauptgrundlage der heutigen Thermochemie, auf. Er selbst hat 35 es mit folgenden Worten gegeben:

„Wenn eine Verbindung stattfindet, so ist die entwickelte Wärmemenge konstant, mag die Verbindung direkt oder indirekt und zu wiederholten Malen geschehen.“

Das heisst also, die einem chemischen Vorgange entsprechende Wärmeentwicklung ist stets dieselbe, es mag nun der Vorgang auf einmal oder in beliebig vielen und beliebig getrennten Abteilungen verlaufen. 40

Auf chemische Prozesse ist die mechanische Wärmetheorie zuerst von Julius Thomsen angewandt worden. 45 Wichtige Prozesse wie den Verbrennungsvorgang, Oxydation, Reduktion und die Salzbildung hat er in den Kreis seiner Betrachtungen gezogen. Auch in der Verbesserung und Verfeinerung thermochemischer Methoden hat er viel geleistet, ebenso wie Berthelot, Horstmann, Stohmann und 50 andere.

Dr. MAX RUDOLPHI: *Physikalische Chemie*, Leipzig, Göschen.

8. ÜBER EINIGE ENTLADUNGSERSCHIEINUNGEN IN EVAKUIERTEN RÖHREN.

Es ist eine bekannte Tatsache (Vgl. z.B. Müller-Pouillet, *Lehrb. d. Phys.*, III., 9. Aufl., p. 285; Cl. Hess, *Physik. Zeitschr.*, 6., p. 200, 1905; R. Lohnstein, *Zeitschr. f. physik. u. chem. Unterricht*, Jan. 1905; *Physik. Zeitschr.*, 6., p. 443, 1905 [Anm. d. Redaktion]), dass elektrische Glühlampen, 5 die noch nicht im Gebrauch gewesen sind, in einem matten, bläulichen Lichte aufleuchten, wenn man sie mit der Hand, einem Stück Seide, Pelz u. ä. reibt. Es ist der Versuch gemacht worden, diese Leuchterscheinungen auf physiologische Ursachen zurückzuführen (R. Sommer, *Deutsche med. 10 Wochenschrift*, 1905, Nr. 8), doch ergibt sich das Unzutreffende dieser Erklärung wohl schon aus dem Umstande, dass das Leuchten mittels Tüchern etc. herbeigeführt werden kann.

15 , Im Folgenden sollen einige Versuche beschrieben werden, die teils mit Glühlampen, teils mit elektrodenlosen, evakuierten Glasröhren angestellt wurden.

Beim Reiben sowohl der Lampen als auch der Röhren treten auf dem Glase die grünen Fluoreszenzflecke auf, die
20 man bei den Teslaversuchen, Kathodenstrahlen etc. beobachtet hat. In den Glühlampen sieht man fast immer kleine, rötliche Lichtpünktchen umherschwirren, die sich scheinbar auf dem lebhaft hin- und herschwingenden Kohlenfaden befinden. Diese Lichtpünktchen mögen identisch
25 sein mit denen, welche Borgmann an einem Draht, welcher sich im luftverdünnten Raum befindet und an einen Induktropol angeschlossen ist, beobachtet hat.

Stellt man das Reiben der Lampe ein und behält sie in der Hand oder befestigt sie in einem Stativ, so bleibt sie
30 8 bis 10 Sekunden lang dunkel, dann geht plötzlich vom Fusse der Lampe ein ganz schwaches Leuchten aus. Ausserdem strahlt der Kohlenfaden in seiner ganzen Länge in mattem, gelblichem Licht. Dieses „sekundäre Leuchten“ tritt, ohne dass die Lampe von aussen erregt wird, nur bei
35 hochempfindlichen Glühbirnen auf, d.h. bei solchen, mit denen schon sehr viel experimentiert worden ist. ✕

Ein bei weitem stärkeres „sekundäre Leuchten“ erhält man dann, wenn man die Glaswandung der Lampe nach dem Reiben in der Hand hält und der Fassung die andere
40 nähert. Im Augenblick des Berührens beginnt der ganze Kohlenfaden stark zu strahlen. Die Strahlung wird allmählich schwächer und erlischt nach kurzer Zeit. Schlechter, oft gar nicht, gelingt der Versuch, wenn man der Fassung nicht die Hand, sondern einen anderen Gegenstand nähert.
45 Es ist nicht gleichgültig, ob man die Fassung mit der ganzen Handfläche oder mit einem Finger berührt; im letzteren Falle leuchtet die Lampe stärker. Wenn die Entladung so vollständig erfolgt war, dass auch durch Berühren mit dem Finger kein „sekundäres Leuchten“
50 mehr zu erzielen war, gelang es häufig, noch mehrere schwache Entladungen herbeizuführen durch Berührung der Fassung mit der Nasenspitze.

Auffallend ist es, dass bei dem „sekundären Leuchten“ der Kohlenfaden sich vollständig in Ruhe befindet. Ein
55 kalter Kohlenfaden ist bekanntlich so empfindlich, dass er durch leise Erschütterungen in äusserst lebhaftes Schwin-

gungen versetzt wird und oft gar nicht wieder zu beruhigen ist. Mit grosser Dämpfung kommt er jedoch zur Ruhe, wenn man ihn durch einen elektrischen Strom zum Glühen bringt; diese starke Dämpfung wird von Kempf-Hartmann auf magnetische Vorgänge zurückgeführt. Das gleiche mag bei dem „sekundären Leuchten“ zutreffen, da bewegte elektrische „Ladungen in der Lampe vorhanden sind, und erstere einen magnetischen Effekt geben können. 60

Das „sekundäre Leuchten“ tritt bei den elektrodenlosen Röhren nicht auf; in den Glühlampen kann man es auch dadurch erzeugen, dass man sie anhaucht. Tut man letzteres jedoch bei einer Lampe, die durch Reiben erregt wird, so beobachtet man eine bedeutende Abschwächung des Leuchtens. 70

Schlägt man mit der flachen Hand gegen das eine Ende einer elektrodenlosen Röhre, die man vorher schon längere Zeit gerieben hat, so erhellt sie sich an dem entgegengesetzten Ende, oft auch ihrer ganzen Länge nach.

In Röhren wie Lampen kann man nun das Leuchten erhalten, ohne sie zu reiben oder überhaupt zu berühren. Ich machte folgenden Versuch: Ich klemmte eine Lampe in ein Stativ ein und hängte darüber einen Ebonitstab in zwei Seidenschlingen so auf, dass er sich in einer Entfernung von 1 cm von der Röhre befand. Wenn ich nun diesen Stab durch Reiben elektrisierte, so blieb die Röhre dunkel, so lange er sich über ihr in Ruhe befand; er begann jedoch zu leuchten, sobald er in pendelartige Schwingungen versetzt wurde, und er leuchtete so lange, als er sich mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegte. Nahmen die Amplituden der Schwingungen ab bis unter einen bestimmten Wert, so blieb die Lampe dunkel. (Dieser Versuch ist von Lohnstein [l.c.] beschrieben worden, was dem Autor unbekannt war [Anm. d. Redaktion]). 80

Man kann auch die Lampe oder Röhre, isoliert aufgehängt, in Schwingungen versetzen, und den Stab darunter befestigen: der Effekt ist der gleiche. Beobachtet man die Lampe im Hellen, so sieht man, dass der Kohlenfaden in Ruhe bleibt, so lange der Ebonitstab nicht bewegt wird; sobald er aber zu schwingen beginnt, gerät der Kohlenfaden in starke Bewegung. 85

Entfernt man den Ebonitstab aus der Schlinge und nähert ihn der Röhre, so leuchtet sie einen Augenblick

lang schwach auf, solange man mit dem Stab in ihrer Nähe
100 bleibt oder sie auch berührt, und sie leuchtet wiederum auf,
wenn man den Stab mit einer gewissen Geschwindigkeit von
ihr entfernt. Tut man dies nicht schnell genug, so tritt
keine Entladung in der Röhre auf.

Reibt man eine Lampe am Ärmel, so beginnt sie zu
105 leuchten, und zwar gewöhnlich nicht sonderlich hell; wenn
man jedoch dieselbe mit einem kräftigen Ruck vom Ärmel
entfernt, so tritt für wenige Sekunden ein sehr helles Auf-
leuchten in ihr auf. Diese Verstärkung des Leuchtens ist
noch deutlicher zu beobachten, wenn man die Lampe nur
110 so kurze Zeit am Ärmel reibt, dass noch *keine* Entladung
stattfindet. Dann tritt, trotzdem also die Entladung noch
nicht eingeleitet war, bei schnellem Entfernen vom Ärmel
eine helle Lichterscheinung in der Lampe auf. Man kann
diesen Versuch 10—12 mal wiederholen, ohne die Lampe
115 erst reiben zu müssen. Ja, die Entladung erfolgt noch
dann, wenn man mit der Lampe einen unelektrischen
Körper berührt und sie dann mit kräftigem Ruck von
diesem entfernt. Das Leuchten blitzt manchmal dicht am
Ärmel (oder dem Reibzeug), meist jedoch erst dann auf,
120 wenn die Lampe bereits $1-1\frac{1}{2}$ m davon entfernt ist. Bei
Annäherung an das Reibzeug ist Leuchten nur selten und
dann auch noch sehr schwach zu beobachten.

Die Ursache dafür, dass die *Veränderung* des elektrischen
Feldes die Röhre zum Aufleuchten bringt, dagegen nicht
125 ein konstantes Feld, dürfte sich durch die Leitfähigkeit der
Glaswand bez. des Gases erklären.

Bei dem „sekundären Leuchten,“ das ebenfalls auf einer
Änderung des elektrischen Feldes in der Lampe beruht,
liegen die Verhältnisse nicht ganz so einfach. Das Auf-
130 fälligste an ihm ist jedenfalls die Tatsache, dass die Lampe
nach dem Reiben vollständig sich selbst überlassen werden
kann, und dass dann trotzdem ein Leuchten wieder eintritt.
Begünstigt wird es durch das Berühren der Fassung und
der Glaswand, so dass also in diesem Falle direkt von
135 aussen her das elektrische Feld eine Änderung erleidet.

ROBERT FÜRSTENAU.

Charlottenburg.

(*Ann. d. Phys.*, Bd. 17, 1905, S. 775-778.)

9. ÜBER ANORGANISCHE COLLOIDE.

Schon in der Mitte dieses Jahrhunderts wurde von verschiedenen Forschern die Beobachtung gemacht, dass Niederschläge, welche unter gewöhnlichen Bedingungen in Wasser so schwer löslich sind, dass sie unter Umständen zur gewichtsanalytischen Bestimmung benutzt werden können, unter ganz bestimmten Bedingungen ihre Unlöslichkeit verlieren und mit reinem Wasser eine eigentümliche Art von Pseudolösung bilden. Gleichzeitig entging diesen Beobachtern nicht die Thatsache, dass diese Flüssigkeiten durch manche Elektrolyte, und zwar oft minimale Mengen derselben, den scheinbar gelösten Stoff ausschieden, und zwar bei den beobachteten Substanzen in gallertartiger Form, dass sie coaguliert werden. Schon dieser Umstand wies darauf hin, dass es sich um Lösungen im eigentlichen Sinne des Wortes, wie z. B. der Salze in Wasser nicht handeln konnte. Diese Forscher beschränkten sich aber darauf, die beobachteten Erscheinungen zu beschreiben, und gingen nicht näher der Ursache derselben nach. Da war es *Graham*, der durch seine klassischen Untersuchungen über die Diffusion gelöster Stoffe durch Membranen den Unterschied zwischen solchen, welche durch die Membran in reines Wasser diffundieren, und solchen, welchen diese Fähigkeit fehlt, feststellte. Zu den ersteren gehören die meisten löslichen Körper, wie Salze, Säuren und Basen, also alle Elektrolyte und auch viele Nichtelektrolyte, wie Zucker, Harnstoff u.s.w., während die letzteren, von denen *Graham* selbst viele durch Anwendung der Dialyse, wie er den Vorgang der Trennung beider nannte, darstellte, hauptsächlich auf bestimmte Körperklassen beschränkt sind. Die ersteren nannte er Krystalloide, die anderen Colloide. *Graham* hat nun gefunden, dass jedes pseudogelöste Colloid auch eine unlösliche Form besitzt, und er hat für diese beiden Formen die Bezeichnungen Hydrosol und Hydrogel vorgeschlagen, um zu bezeichnen, dass der gelöste (sol) Körper durch Fällung mit Elektrolyten in den coagulierten, gelatineartigen (gel) Körper übergeht. In neuerer Zeit ist es aber gelungen, einige dieser Colloide aus ihren Pseudolösungen, wenn nur das richtige Fällungsmittel angewendet wird, so abzuscheiden, dass sie die Fähigkeit, mit reinem Wasser wieder eine Pseudolösung zu bilden, nicht einbüßen. Man könnte dann

- vielleicht von einem flüssigen und einem festen Hydrosol und von dem Hydrogel, dem unlöslichen, amorphen Körper reden. Ich bin der Ueberzeugung, dass es gelingen muss, jeden bei chemischen Reaktionen sich in amorphem Zustande bildenden
- 45 Niederschlag in eine pseudolösliche Form überzuführen, so dass vielleicht gerade diese Eigenschaft als ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zwischen amorphen und krystallinischen Körpern angesehen werden kann, da die letzteren wahre Lösungen bilden und im Stande sind, durch die
- 50 Membran in reines Wasser zu diffundieren, während amorphe Körper nie wahre Lösungen geben. Es ist aber die Fähigkeit, colloide Pseudolösungen zu bilden, nicht dem Wasser allein eigen, sondern sie kommt, wie schon *Graham* gezeigt hat, auch anderen Flüssigkeiten zu, ja sogar Glas-
- 55 flüsse zeigen diese Eigenschaft, welche sie nicht einmal beim Erstarren derselben verlieren, und welche schon längst benutzt wird zur Gewinnung gefärbter Gläser.

Dr. ALFRED LOTTERMOSER: *Über Anorganische Colloide (Einleitung).*
Stuttgart, F. Enke, 1901.

10. CHROMATISCHE DEPOLARISATION DURCH LICHT- ZERSTREUUNG.

- Ein vollkommen schwarzer Körper wird definiert als ein solcher, der bei unendlich kleiner Dicke alle Strahlen, die auf ihn fallen, vollständig absorbiert. Wenn diese Definition alles erschöpft, was im ideellen Falle vom schwarzen Körper
- 5 gesagt werden kann, so besitzen die schwarzen Körper der Natur noch eine Eigenschaft, die eine nicht geringe Bedeutung hat und als eine der üblichen gleichmächtige Charakteristik angesehen werden kann. Die teilweise bekannten und andere weiter angeführte Versuche zeigen,
- 10 dass man den schwarzen Körper vollständig beschreiben kann als einen solchen, welcher eine *Ordnung* in die Schwingungen der auf ihn fallenden Strahlen einträgt. Als Folge davon erweist sich, dass das vom schwarzen Körper zerstreute natürliche Licht polarisiert und ein polarisiertes
- 15 Strahlenbündel nicht depolarisiert wird. Indem wir vom ideellen Falle zu reellen Körpern übergehen, müssen wir die Qualität schwarz im allgemeineren Sinne auffassen.

Wir müssen diese immer mit einer bestimmten Art von Strahlen verbinden. Ein Körper kann sich als schwarz gegen bestimmte Strahlen und als nicht schwarz gegen 20 andere verhalten.

Wenn ein farbiger Körper eine auswählende Absorption gegen gewisse Lichtstrahlen besitzt, so wird er schwarz in bezug auf diese, und im von seiner matten Oberfläche zerstreuten polarisierten Bündel weissen Lichtes werden nur 25 diejenigen Strahlen nicht depolarisiert, für welche der Körper schwarz ist.

Im Gegensatz zu den schwarzen Körpern stehen weisse Körper. Da eine unendlich dünne Fläche dieser Körper das auffallende Licht nicht vollständig absorbiert, müssen 30 wir ein Eindringen des Lichtes in weisse Körper und eine Zerstreuung aus ihrer Tiefe annehmen. Ein solcher Vorgang wird von einer Depolarisation des auffallenden polarisierten Lichtes begleitet. Der weisse Körper verändert also die Natur des einfallenden Lichtes, indem er in 35 dieses eine *Unordnung* einträgt. Aus denselben Gründen wie für schwarze Körper müssen wir von weissen Körpern für bestimmte Strahlen sprechen, die Qualität weiss mit bestimmten Strahlen verbinden. Ein und derselbe farbige Körper kann sich weiss gegenüber einzelnen Strahlen und 40 schwarz gegen andere erweisen. Ein solches Verhalten kann entdeckt werden entweder durch die Untersuchung der Absorptionsspektren oder mit gleichem Erfolge, besonders für undurchsichtige Körper, mittels der Bestimmung des Polarisationszustandes eines polarisierten Lichtbündels 45 nach seiner Zerstreuung von der matten Oberfläche des Körpers. Die Beobachtungen, welche weiter beschrieben werden, führen zu dem Ergebnisse, dass die farbigen Körper diejenigen Strahlen depolarisieren, welche zum grössten Theile ihre Körperfarbe bilden, indem solche Strahlen 50 am wenigsten eine Absorption erleiden und den Körper in grösserer Dicke durchsetzen.

Eine strenge Sonderung der Körper in weisse und schwarze gegenüber bestimmten Strahlen kann nur ausnahmsweise durchgeführt werden, meistens finden wir nur 55 graue Körper in dem oben auseinandergesetzten Sinne.

N. UMOW.

Moskau.

(*Physikalische Zeitschrift*, 6. Jahrgang, No. 20, S. 674.)

11. GOLD.

- Im Jahre 1857 machte *Faraday* die Beobachtung,¹ dass eine sehr verdünnte Goldchloridlösung durch gelben Phosphor nach und nach in der Weise reduziert wird, dass sich eine rubinrote Flüssigkeit bildet, welche sich zwar meist bald verändert und Gold absetzt, oft aber auch lange Zeit hindurch sich unverändert hält. Bei Zusatz von Elektrolyten tritt diese Veränderung momentan unter Farbumschlag in Violett und Ausfällung feinen Goldes ein. Zugleich fiel *Faraday* die grosse Aehnlichkeit der Farbe des Goldrubinglases mit der dieser Goldflüssigkeit auf und optische Untersuchungen bestätigten ihm diese Aehnlichkeit. Auch durch elektrische Zerstäubung von Golddrähten auf Glas entstanden nach seinen Versuchen oft Niederschläge auf demselben, welche mit roter Farbe durchsichtig waren.
- Später gelang es auch anderen Forschern, durch Reduktion von verdünnten Goldlösungen rote Flüssigkeiten zu gewinnen, z.B. *Knapp* mittels Oxalsäure und *Clemens Winkler* mit schwefliger Säure. Endlich hat auch *Max Müller*² durch Reduktion einer verdünnten, mit Natronlauge alkalisch gemachten Goldlösung mit Glycerin in der Wärme eine rote Flüssigkeit erhalten, welche sich allerdings nur sehr kurze Zeit unverändert hält und bald fein verteiltes Gold absetzt. In neuester Zeit hat nun *Zsigmondy*³ ein Reduktionsverfahren von verdünnter, schwach alkalischer Goldchloridlösung mit Formaldehyd ausgearbeitet, welches zur Erzielung einer rein roten, vollkommen klaren Goldflüssigkeit führt. Seine Vorschrift zur Durchführung dieser Reaktion lautet folgendermassen: „25 ccm. einer Lösung von 0,6 g. Goldchloridchlorwasserstoff im Liter werden mit 100 bis 150 ccm. Wasser verdünnt, hierauf mit 2 bis 4 ccm. einer 0,2 normalen Lösung von Kaliumcarbonat oder Kaliumbicarbonat versetzt und zum Sieden erhitzt. Unmittelbar nach dem Aufkochen entfernt man die Flamme und fügt partieweise, aber ziemlich schnell 4 ccm. einer Lösung von 1 Teil frisch destilliertem Formaldehyd in 100 Teilen Wasser unter lebhaftem Umrühren zu.“ Wird diese Vorschrift nicht

¹ *Pogg. Ann.*, 101, 383.

² *J. pr. Chem.* (2), 30, 252.

³ *Lieb. Ann.*, 301, 29.

ganz genau eingehalten, so erhält man violette, oft sogar
 blaue Lösungen, die meist auch im auffallenden Lichte stark
 getrübt erscheinen und bald Gold absetzen, während die
 nach der Vorschrift hergestellten rein roten Lösungen 40
 gekocht und monatelang aufbewahrt werden können, ohne
 sich zu verändern. Die gewonnenen roten Flüssigkeiten
 enthalten naturgemäss sehr wenig Gold, können aber durch
 Einkochen bis zu einem Gehalte von 0,05 bis 0,1 % konzen-
 triert werden. Ebenso ist es möglich, dieselben durch 45
 Dialyse von den noch vorhandenen Elektrolyten zu befreien
 und so zu reinigen. Hierin liegt zugleich der Beweis für
 die colloide Natur des Goldes, dass es unfähig ist, durch die
 Membran zu diffundieren. Nach dieser Reinigung ist es
 möglich, das Hydrosol noch weiter zu konzentrieren, und 50
 zwar bis zu einem Gehalte von 0,12 %. Ein Hydrosol
 von dieser Konzentration lässt aber nach und nach einen
 Teil seines Goldgehaltes zu Boden sinken, während ein
 zehnfach verdünntes auch nach langem Stehen keine Ver-
 änderung zeigt. Gegen Elektrolyte sind alle diese Flüssig- 55
 keiten sehr empfindlich, alle, ja sogar Alkohol fällt, nachdem
 die Farbe von rot über violett in blau umgeschlagen ist,
 schwarzes Gold aus. Von metallischem Quecksilber wird
 aus dem Hydrosol kein Gold aufgenommen, ja sogar das
 durch Elektrolyte niedergeschlagene Gold vereinigt sich nur 60
 äusserst langsam und unvollkommen mit diesem. Interessant
 ist das Verhalten des Goldhydrosols zum elektrischen
 Strome. Es wandert nämlich Gold mit der negativen Elek-
 trizität und setzt sich an der Anode als schwarzes Pulver
 an, welches kein Hydrosol mehr ist; wird eine Pergament- 65
 membran in den Weg eingeschaltet, so lagert dasselbe sich
 auf dieser ab, da es dieselbe nicht zu durchdringen vermag.
 Dass das Hydrosol nun wirklich metallisches Gold und
 nicht etwa ein Oxyd desselben enthält (ein Salz konnte es
 nicht gelöst enthalten, da dasselbe durch die Membran 70
 diffundiert wäre), hat *Zsigmondy* mittels des durch Kochsalz
 aus dem Hydrosol niedergeschlagenen Körpers bewiesen.
 Durch Glühen desselben konnte er nur sehr geringe Mengen
 Gas austreiben, welches zum weitaus grössten Teile aus
 Stickstoff bestand und nur $\frac{1}{8}$ der Sauerstoffmenge enthielt, 75
 welche von Goldoxydul hätte abgegeben werden müssen.
 Das abgegebene Gas rührte demnach wahrscheinlich nur von
 oberflächlich kondensierter Luft her. Auch beim Behandeln

des Niederschlages mit Salzsäure gingen nur ganz geringe
80 Mengen desselben in Lösung; die im Niederschlage enthaltene Menge Goldoxydul hätte, wenn das in Lösung gegangene von der Anwesenheit des Oxyduls herrühren sollte, weniger als 1% betragen. Endlich hat *Zsigmondy* sehr eingehend die Absorptionsspektren seines Goldhydrosols und
85 des Goldrubinglases untersucht und hier vollkommene Uebereinstimmung gefunden, ein Hinweis darauf, dass sich sicherlich das Gold sowohl im Hydrosol als auch im Glase in demselben Zustande befindet.

Dr. ALFRED LOTTERMOSER: *Über Anorganische Colloide*, S. 27-28.
Stuttgart, F. Enke, 1901.

12. REZENSION VON

TH. C. HEBB: *Die Schallgeschwindigkeit*. (Phys. Rev. 20, S. 89—99
1905.)

Nach einem Vorschlage von Michelson hat der Verf. versucht, die Schallgeschwindigkeit aus beobachteter Frequenz und Wellenlänge einer ebenen Schallwelle zu berechnen. Zwei gleiche Paraboloiden stehen einander
5 zugekehrt sich gegenüber, wovon das eine auf Schienen rollend dem anderen genähert oder entfernt werden kann. In der Brennnlinie des feststehenden befindet sich eine Schallquelle (gedackte Pfeife unter konstantem Gebläse-
druck) und nahebei ein Telefonsender, mit der Öffnung
10 der Wand zugekehrt. Beide sind hintereinander mit einer Batterie und der Primärwicklung einer Induktionsspule verbunden; die Sekundärspule derselben ist durch einen Telephonempfänger geschlossen. Man nimmt so mit dem
Gehör Luftschwingungen wahr, deren Intensität von der
15 Phasendifferenz der Schwingungen in den beiden Sendern abhängig ist, also Maxima und Minima, wenn man das bewegliche Paraboloid nähert oder entfernt. Dabei hat sich aber herausgestellt, dass die Tonhöhe der Pfeife und die Phase des ersten Senders durch die reflektierte Welle
20 beeinflusst wird, sowie die Phase des zweiten Senders durch die direkte Welle. Der erste Übelstand wurde durch Variation des Gebläsedrucks gehoben, der zweite soll durch möglichste Schwächung der reflektierten Welle vermindert,

der dritte unbedeutend sein. Des weiteren nahm die Wellenlänge, wie theoretisch vorauszusehen war, mit der Entfernung von der Schallquelle etwas ab. Da aber hier die Frequenz eingeht, so konnte dieser Einfluss durch einen hohen Ton (2376, 5 Schw./Sek.) praktisch unmerklich gemacht werden. Zur Messung der Wellenlänge standen bis zu 220 aufeinander folgende Minima zur Verfügung. Die Tonhöhe wurde durch Vergleichung mit einer geeichten Stimmgabel bestimmt. Die Versuche, die in einer Halle von 120 Fuss Länge, 10 Fuss Breite und 14 Fuss Höhe vorgenommen wurden, ergaben als Mittelwert von v bei 0° C. 331,29 m/sek. mit einem wahrscheinlichen Fehler von 0,04. K. U.

(*Beibl. z. d. Ann. d. Phys.*, Bd. xxix, No. 17, S. 857 f.)

13. CHEMISCHE VERWANDTSCHAFTSLEHRE.

Das Bestreben, von dem Mechanismus chemischer Reaktionen Kenntnis zu erhalten, reicht bis tief in die Geschichte unserer Wissenschaft hinab. Dem jeweiligen Stande der Kenntnisse entsprechend sind die verschiedensten einfachsten oder kompliziertesten Vorstellungen zu Erklärungsversuchen herangezogen worden, aber alle sind ohne dauernden Einfluss auf die Entwicklung chemischer Kenntnisse geblieben, bis die erste wichtige Theorie einer Beschreibung der Wirkungsweise chemischer Kräfte 1775 von *T. Bergmann* aufgestellt wurde. Derselbe nahm an, dass chemisch reagierende Stoffe sich wie mechanische Massen verhalten, die von zwei entgegengesetzt gerichteten Kräften angegriffen werden, und der grösseren von diesen beiden Kräften gemäss verläuft der Vorgang. Diese „chemischen Kräfte“ sind nach ihm nur durch die Natur der Stoffe und die Temperatur bestimmt, bleiben also so lange in Wirksamkeit, als noch etwas von den umwandlungsfähigen Stoffen vorhanden ist, d.h. die Reaktionen müssen vollständig bis zu Ende verlaufen. Diese Anschauung lässt die Mengenverhältnisse der reagierenden Stoffe völlig unberücksichtigt und musste aufgegeben werden, sobald ein solcher Einfluss nachweisbar wurde. Zum ersten Male wurde dieser Gesichtspunkt 1777 von *C. F. Wenzel* betont, der die chemische

Verwandtschaft der Säuren zu den Metallen messen wollte,
25 und zu diesem Zwecke Metallstücke von gleicher Oberfläche
dem Angriff von Säuren aussetzte, „gemäss der Überlegung,
dass die in bestimmter Zeit aufgelösten Metallmengen den
Oberflächen proportional sind. Über die Wirkung der
Säuren sagt er: „Wenn ein Sauerer in einer Stunde eine
30 Drachma von Kupfer oder Zink auflöst, so braucht ein halb
so starkes Sauerer zwei Stunden dazu, wenn nämlich die
Flächen und Wärmen in allen diesen Fällen einander gleich
bleiben.“ Zu ähnlichen Anschauungen gelangte unabhängig
von ihm 1801 *C. L. Berthollet*, welcher die Anschauung aus-
35 sprach, dass der Verlauf einer chemischen Reaktion nicht
nur durch die Art der Stoffe und die Temperatur bedingt
ist, sondern auch durch die im Reaktionsgebiet vorhandene
Menge eines jeden beteiligten Stoffes. Während der
glänzenden Entwicklung der Experimentalchemie im 19.
40 Jahrhundert wurden aber diese Überlegungen über die Art
des Zustandekommens chemischer Reaktionen beinahe völlig
vergessen und nur vorübergehend und von den Zeitgenossen
fast gänzlich unbeachtet von *Wilhelmy*, *Vernon Harcourt* und
Esson wieder ausgesprochen. Die grosse allgemeine Be-
45 deutung dieser Vorstellungen für die Naturwissenschaft
erkannt zu haben, ist das Verdienst von *Guldberg* und *Waage*,
die in ihrer grundlegenden Schrift „*Etude sur les affinités
chimiques*“¹ die Lehre von der chemischen Massenwirkung²
in konsequenter Weise experimentell und theoretisch zur
50 Durchführung brachten.

Als Grundlage der gesamten Erscheinungen der chemi-
schen Mechanik ist das Gesetz anzusehen, dass die chemische
Wirkung der „aktiven Masse“ eines Stoffes proportional
ist, wobei unter „aktiver Masse“ die in der Volumeneinheit
55 enthaltene Menge eines Stoffes, d.h. seine Konzentration
verstanden wird.

Die Vorstellung, dass die Wirksamkeit der Konzentration
der reagierenden Stoffe proportional ist, führt sofort zu der
Anschauung, dass keine chemische Umsetzung völlig bis zu

¹ Deutsch von R. Abegg in Ostwald's *Klassikern*. S. a. *Guldberg* und
Waage, *Journ. prakt. Chem.* (2), 19, 69.

² Vor einiger Zeit ist von S. Arrhenius (*Zeitschr. physik. Chem.*, 28, 317)
versucht worden, das Massenwirkungsgesetz durch ein analoges Druck-
wirkungsgesetz zu ersetzen, da eine strenge Proportionalität zwischen
Reaktionsgeschwindigkeit und osmotischem Druck besteht.

Ende verlaufen kann, sondern dass jede Reaktion nur bis 60
zu einem bestimmten Punkte fortschreitet. Dadurch¹ näm-
lich, dass die aufeinander wirkenden Stoffe infolge dieser
Wirksamkeit verschwinden und die Reaktionsprodukte sich
anhäufen, entsteht eine Ursache, welche eben diesen Vorgang 65
behindert und schliesslich zum Stillstand bringt. Denn die
entstandenen Stoffe haben in dem Masse, in dem sie sich
bilden, immer mehr die Neigung, die Ausgangsstoffe wieder
zurückzubilden, und es tritt schliesslich ein Zustand ein, wo
die in jedem Augenblick umgewandelte Menge der Aus- 70
gangsmaterialien gleich der zurückgebildeten Menge der
Reaktionsprodukte ist. Dieser Zustand entspricht einem
dynamischen Gleichgewicht, das den Namen des chemischen
Gleichgewichtes führt. Dass trotzdem viele Reaktionen
innerhalb der Grenzen der Messbarkeit vollständig verlaufen 75
(Reaktionen der quantitativen Analyse), lässt sich meist
darauf zurückführen, dass die Anhäufung der Reaktions-
produkte irgendwie verhindert wird. Ist z.B. eines derselben
gasförmig, so wird es entweichen und keinen Einfluss mehr
ausüben; ist es unter den gegebenen Umständen unlöslich,
so wird es sich ausscheiden und sich gleichfalls der weiteren 80
Wirkung entziehen. Diese letzteren Reaktionen stehen
aber in keinem strengen Gegensatze zu den ersteren, da
auch hier theoretisch Gleichgewichte gebildet werden, indem
die ausgeschiedenen Stoffe etwas — wenn auch vielleicht un-
geheuer wenig — löslich sind, und der — allerdings sehr 85
kleinen — Konzentration ihrer gesättigten Lösung entspre-
chend ein Gleichgewichtszustand sich einstellen muss.

Dr. W. HERZ: *Chemische Verwandtschaftslehre*, S. 1-3.
Stuttgart, F. Enke, 1903.

14. DIE ENTSTEHUNG DES "NATIONAL PHYSICAL LABORATORY."

Von Professor Lodge und anderen Mitgliedern der *Royal Society* wurde auf der englischen Naturforscherversammlung des Jahres 1891, der *British Association*, die Errichtung eines *National Physical Laboratory*, dessen Tätigkeit der deutschen Physikalisch-Technischen Reichsanstalt entsprechen sollte, in Vorschlag gebracht. Durch die unermüdliche Tätigkeit

¹ Ostwald, *Grundriss der allgemeinen Chemie*, III. Aufl. 290.

des Vorsitzenden der *British Association* vom Jahre 1895, Sir Douglas Galton, eines hervorragenden Ingenieurs, Mitgliedes des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten, wurde
10 ein Ausschuss mit der Aufstellung eines Planes für die Errichtung eines *National Physical Laboratory* beauftragt, welcher im nächsten Jahre seinen Bericht vorlegte. Darin wurde empfohlen, die Aufgaben der neuen Anstalt gegenüber den Aufgaben der deutschen Physikalisch-Technischen
15 Reichsanstalt zu beschränken. Die Anstalt sollte an das auf Veranlassung der *British Association* im Jahre 1867 gegründete, von der *Royal Society* verwaltete, sich selbst erhaltende Kew-Observatorium in Richmond angegliedert werden. Zu dieser Einschränkung musste man sich ver-
20 stehen, da in den technischen Kreisen Englands nur sehr wenig Verständnis dafür vorhanden ist, dass allgemeine, langfristige, nach wissenschaftlichen Methoden geführte Untersuchungen, welche von Universitätsprofessoren in ihrem Laboratorium nicht bewältigt werden können, nicht
25 bloss der Erkenntnis dienen, sondern auch der Praxis mittelbaren Nutzen bringen. Zwischen Theorie und Praxis bleiben scheinbar unüberwindliche Schranken bestehen, so viel Mühe sich auch die bedeutendsten Techniker und Wissenschaftler gegeben haben, um nachzuweisen, dass die
30 Industrie und die Mechanik, wenn sie ohne Fühlung mit den Methoden und Ergebnissen der Wissenschaft bleiben, in ihrer rohen Empirie nicht vorwärts kommen können. Reine Untersuchungen sind in England nicht beliebt; beschränken sich doch die meisten Laboratorien auch nur
35 darauf, spezielle praktische Messungen nach anerkannten Methoden auszuführen. Erst die augenscheinlichen industriellen Erfolge Deutschlands in der Beherrschung des Weltmarktes, speziell auf dem Gebiete der elektrischen und präzisionstechnischen Instrumente sowie der Glastechnik,
40 veranlassten als ersten Schritt zur Nutzbarmachung der Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen, dass das Projekt zur Errichtung des *National Physical Laboratory* amtlich erörtert wurde. Es dürfte aber noch lange Zeit erfordern, ehe die Allgemeinheit sich für Aufgaben von der
45 Bedeutung erwärmt, wie sie in der Denkschrift über die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt der ersten und zum Teil auch der zweiten Abteilung zuerkannt werden. So viel erreichte schliesslich die *Royal Society* und

die mit ihr verbündeten technischen Vereine von der Regierung, dass 1897 ein amtliches Komitee unter Vorsitz von Lord Rayleigh zur Aufstellung eines Planes über die Errichtung eines *National Physical Laboratory* eingesetzt wurde. Obwohl 30 Sachverständige, darunter in erheblicher Zahl Techniker, für die allgemeineren Ziele eintraten, wurden in das Programm von 1898 doch nur rein praktische, unmittelbar greifbare Aufgaben aufgenommen.

Eine Abteilung des *National Physical Laboratory* bildete von vornherein das Kew-Observatorium mit im wesentlichen unverändertem Arbeitsplan. Zu dieser Abteilung traten zwei neue. Die eine, das *Physical Department*, hat physikalische und Material-Konstanten zu ermitteln, Normale, für die verschiedensten Gebiete (Länge, Masse, Kapazität, Schwere, Licht und Elektrizität) herzustellen, zu vergleichen und konstant zu halten, sowie physikalische Geräte zu prüfen und zu beglaubigen. Der zweiten Abteilung, dem *Engineering Department*, fällt die Prüfung von Materialien zu; es stellt Normen für Materialien des Hoch- und Maschinenbaues auf und gibt unparteiische Gutachten ab. Für die erforderlichen Bauten und für Ausstattung mit Apparaten wurde vom Parlamente der Betrag von 14,000 *Lstr.* dem Finanzministerium bezw. der *Royal Society* zur Verfügung gestellt; dieser Betrag musste allerdings um 5,000 *Lstr.* überschritten werden—in Anbetracht der von der *Royal Society* auf 30,000 *Lstr.* veranschlagten Kosten nur ein geringer Betrag. Im Vergleich zu anderen Ländern steht in diesen Punkten England, das für die erste Einrichtung des *National Physical Laboratory* rd. 400,000 *M.* aufwendete, weit zurück. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt hat nahezu 4,000,000 *M.* gekostet, davon entfallen auf die zweite Abteilung allein 2,800,000 *M.*; das königl. Materialprüfungsamt in Gross-Lichterfelde, dem die Aufgaben des *Engineering Department* zufallen, von etwa gleichem Umfang wie die Reichsanstalt, hat nahezu denselben Betrag erfordert. Die Bauten des *Laboratoire d'Essais*, einer Abteilung des *Conservatoire des Arts et Métiers* in Paris, haben 940,000 *M.* gekostet; für das *Standards Bureau* in Washington sind 2,300,000 *M.* aufgewendet worden.

Dr. W. BEIN.

Berlin.

(*Deutsche Mechaniker-Zeitung*, September, 1905, S. 173 f.)

15. BERICHTE.

A—PERCARBONATE.

Constam und v. Hansen¹ haben auf elektrolytischem Wege Percarbonate von der Zusammensetzung $H_2C_2O_6$ erhalten, die beim Erhitzen unter Abgabe von CO_2 and O_2 sich zersetzen. Percarbonate anderer Art bekomme ich bei
 5 Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd auf Natrium- und Kalium-Carbonat. Um Natriumpercarbonat zu gewinnen, löse ich Soda (7.5 g. Natriumcarbonat) in kaltem 3-procentigem Wasserstoffsuperoxyd (100 g.) und füge nach kurzer Zeit (5—10 Minuten) das dreifache Volumen
 10 Alkohol zu. Es entsteht ein deutlich krystallinischer Niederschlag, der auf dem Filter mit Alkohol und zuletzt mit Aether gewaschen wird. Nach eintägigem Trocknen über Schwefelsäure enthält das Salz 10.77—10.90 pCt. activen Sauerstoff, wie durch Titration mit Chamäleon
 15 nach Zusatz von Schwefelsäure gefunden wurde. Beim Erwärmen des Salzes über 100° entweicht nur Sauerstoff und Wasser, aber keine Kohlensäure. Zur Bestimmung des Wassers und nebenbei auch des Sauerstoffs erhitze ich das Salz (in Platinschiffen) in einer kurzen Verbrennungs-
 20 röhre mit vorgelegten Chlorcalcium- und Natronkalk-Röhren. In keinem Versuche wurden mehr als 2—3 mg. Kohlensäure gefunden, was etwa 0.5 pCt. ausmachte. Es sind gefunden:

	Gewichtsverlust des Salzes =	29.97,	29.68 pCt.
25	Wasser	= 18.30,	18.26 „
	Activer O_2 (aus Differenz) =	11.67,	11.42 „ (0.5 pCt. CO_2 inbegriffen).

Aus diesen Daten folgt, dass das Salz die Zusammensetzung $Na_2CO_3 + 1\frac{1}{2} H_2O$ hat, da für dieses sich berechnet:

30 $H_2O = 18.12$ pCt.; $O_2 = 10.73$ pCt.

Wie alle ähnlichen Verbindungen, zerfällt dieses Salz in wässriger Lösung allmählich in Wasserstoffsuperoxyd und Natriumcarbonat; ziemlich rasch zerfällt dann auch das Wasserstoffsuperoxyd unter Sauerstoffentwicklung. Bei
 35 Zusatz von Säuren entweicht Kohlensäure und die Lösung

¹ *Zeitschr. f. Elektrotechn.* 3, 137, 445; *Chem. Centralbl.*, 1897, I., 1141; Vergl. A. Bach (*Journ. d. russ. phys.-chem. Gesellsch.*, 29, 373).

enthält Wasserstoffsuperoxyd, das mit Aether ausgezogen werden kann. Salzsäure und Jodwasserstoff werden oxydirt unter Abscheidung des Haloids.

(*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, xxxii., 2; S. 1541.)

B—MONOCHLORACETYLPEROXYD, $\text{CH}_3\text{Cl} \cdot \text{CO} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_3\text{Cl}$.

Acetylperoxyd, von Brodie¹ entdeckt, von Nef² näher untersucht und analysirt, explodirt bekanntlich ähnlich dem Chlorstickstoff. Das von Vanino und E. Thiele³ dargestellte Phenylacetylperoxyd dagegen ist vollständig ungefährlich. Es schien uns nun von Interesse, zu ermitteln, ob das Vorhandensein von Halogenen in der Acetylgruppe die Beständigkeit des Peroxydes erhöht oder herabdrückt, und wir versuchten daher die Bildung von Monochlor- und Trichlor-Acetylperoxyd, welche bis jetzt nicht bekannt sind.

Behufs Darstellung benutzten wir das s.Z. von v. Pechmann und Vanino⁴ angegebene Verfahren, welches darin besteht, dass man die Säurechloride bei Gegenwart von Basen mit Wasserstoffsuperoxyd behandelt. Bei der Bereitungsweise des Monochloracetylperoxyds hat sich nun gezeigt, dass an Stelle von Natronlauge auch zweckmässig Pyridin oder Natriumacetat⁵ Anwendung finden kann, und gerade letzteres Salz hat sich als besonders brauchbar erwiesen, weil es genügend stark alkalisch wirkt, um das Chlorid zu zersetzen, ohne gleichzeitig das entstandene Peroxyd zu zerstören. Eine Hauptbedingung bei der Darstellung des genannten Productes ferner ist gute Kühlung, kräftiges Schütteln oder Rühren und endlich gutes Auswaschen des Niederschlages mit Eiswasser, um ihn von den fest anhaftenden letzten Antheilen der Base vollständig zu befreien. Wir haben in dieser Weise mit meist 20 g. Monochloracetylchlorid experimentirt und dieselben mit dem doppelten Quantum der berechneten Menge 3-procentiger Wasserstoffsuperoxydlösung versetzt.

¹ Brodie, *Ann. d. Chem.*, Suppl. III., 211.

² *Ann. d. Chem.*, 298, 287.

³ Vanino und E. Thiele, diese Berichte 29, 1727.

⁴ H. v. Pechmann und L. Vanino, diese Berichte 27, 1510.

⁵ Vanino und E. Thiele, diese Berichte 29, 1724.

Monochloracetylperoxyd krystallisirt in feinen Nadeln,
30 löst sich in allen organischen Lösungsmitteln mit Ausnahme
von Gasolin, kann jedoch durch Ausfällen mit Gasolin nicht
mehr gewonnen werden.

Es explodirt durch Druck oder Schlag mit colossaler
Gewalt, verpufft dagegen nur schwach beim Erhitzen auf
35 dem Platinblech. Erstere Eigenschaft hat es mit dem
Acetylperoxyd gemein, durch letztere unterscheidet sich
dasselbe von ihm. Mit concentrirter Schwefelsäure, Sal-
petersäure und Salzsäure erfolgt keine Explosion; mit
Aluminium gemischt, detonirt der Körper unter Feuer-
40 erscheinung; gemengt mit Bleisuperoxyd oder Schwefel,
bezw. chlorsaurem Kalium explodirt es in der heftigsten
Weise. Mit Bleisuperoxyd gemischt der Einwirkung des
Schwefelwasserstoffs¹ ausgesetzt, erfolgt ebenfalls starke
Detonation. Wie Acetylperoxyd ist es ein kräftiges Oxyda-
45 tionsmittel, Jodkaliumstärkepapier wird sofort gebläut und
nach kurzer Zeit wieder entfärbt, in Folge weiterer Oxyda-
tion zu Jodsäure. Silber wird geschwärzt. Es ist un-
beständig und erleidet selbst im Exsiccator eine allmähliche
Zersetzung, wobei sich ein starker Ozongeruch bemerkbar
50 macht. Trotz dieser Unbeständigkeit gelang es, eine kleine
Menge im Exsiccator bis zur Gewichtsconstanz zu bringen
und den Chlorgehalt nach Carius zu bestimmen.

(*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, xxxiii., 1;
S. 1043.)

16. ÜBER EINIGE EIGENSCHAFTEN DER α -STRAHLEN DES RADIUMS.

Vor zwei Jahren habe ich gezeigt, dass die α -Strahlen des
Radiums folgende bemerkenswerte Eigenschaften auf-
weisen: 1. das Bündel der α -Strahlen verhält sich wie ein
homogenes, d.h. als bestehe es aus Teilchen, welche alle
5 dieselbe Ablenkbarkeit in einem Magnetfelde besitzen;
2. die Bahn dieser Teilchen in einer Ebene senkrecht zum
Felde und in Luft ist keine Kreisbahn, sondern vielmehr

¹ Vanino und Hauser, Notiz über die Einwirkung von Schwefelwasserstoff
auf Bleisuperoxyd. Diese Berichte 33, 625.

eine Kurve, deren Krümmungsradius mit der Länge der Bahn wächst.

Das Experiment, welches diese beiden Eigenschaften 10 erkennen lässt, besteht darin, dass man in das Feld eines Elektromagneten und parallel zur Feldrichtung eine lineare Strahlungsquelle bringt, welche von einigen Körnchen eines Radiumsalzes gebildet wird, die über einer geradlinigen 15 Nut in einem Bleiklotz angehäuft sind. Das ausgesandte Strahlenbündel wird durch einen engen Spalt begrenzt, welche durch zwei horizontale Metallplatten gebildet wird, die als Schirm dienen. Oberhalb des Spaltes bringt man eine photographische Platte, horizontal oder geneigt, an, welche die durch die Strahlungsquelle und den Spalt 20 definierte Ebene normal schneidet. Man erzeugt nun ein intensives Magnetfeld, welches man nach Verlauf der halben Expositionszeit umkehrt, und man erhält so auf der parallelen photographischen Platte zwei geradlinige und parallele Bilder des Bündels, welche aber nicht dispergiert 25 sind, und auf der geneigten Platte zwei gleichfalls sehr feine und nicht dispergierte divergierende Bilder. Beide Anordnungen gestatten, für eine und dieselbe zum Feld senkrechte Ebene die Lage derjenigen Punkte zu bestimmen, welche der Strahlungsquelle, dem Spalt und einem bestimmten 30 Punkte der Bahn entsprechen. Diese drei Punkte, von denen zwei fest sind, bestimmen eine Kurve, deren Radius R für ein und dasselbe Magnetfeld H theoretisch konstant sein müsste, so dass das Produkt RH gleich wäre dem Produkt aus der Fortpflanzungsgeschwindigkeit v und dem 35 Verhältnis $\frac{m}{e}$ der Masse zur mitgeführten positiven Ladung.

Nun zeigt aber der Versuch, dass für die von einem Radiumsalz ausgesandten α -Strahlen und für ein und dasselbe magnetische Feld die Kurven derart sind, dass sie definiert werden durch Radien, welche mehr und mehr 40 wachsen, je weiter sich der betrachtete Punkt der Bahn von der Strahlungsquelle entfernt.

* * *

Die einfachste Hypothese zur Erklärung der Zunahme des Krümmungsradius würde die Annahme sein, dass das Verhältnis $\frac{m}{e}$ wächst, und dass dieser Zuwachs wahrscheinlich 45 auf die Masse m zurückzuführen ist, welche auf ihrem Wege materielle Teilchen aufnehmen konnte.

Diese Hypothesen und die Tatsache der Zunahme des

50 Produktes $\frac{7}{8}v$ selbst sind von verschiedenen Autoren nicht anerkannt worden, und ihre Auslegungen haben mich zu den Versuchen geführt, über welche weiter unten berichtet werden soll.

In einer sehr interessanten Arbeit über die α -Strahlen des Radiums (*Jahrbuch d. Rad. u. Elektr.* 2, 4—18, 1905) haben
55 die Herren Bragg und Kleemann gezeigt, dass das Gesetz, welches die Ionisierung der Luft als Funktion der Entfernung von der Strahlenquelle darstellt, mehrere plötzliche Änderungen aufweist, deren erste bei etwa 3 cm Entfernung vom Radium auftritt. Sie haben dann den Gedanken ausgesprochen, dass die Absorption die α -Strahlen verzögere.
60 In der Strahlungsquelle selbst sollten die verschieden tiefen Schichten verschieden stark verzögerte Strahlen durch die übergelagerten Schichten entsenden, und ihre Wirksamkeit würde in verschiedenen Abständen von der Strahlungsquelle
65 ein Ende finden. Nach der Ansicht der genannten Autoren würde ein Bündel aus Strahlen, welche eine verschiedene Durchdringungsfähigkeit besitzen, und deren Bahnen um so weniger gekrümmt wären, je weiter sie vorwärts dringen, für den Ort des Punktes der totalen Absorption, der allein
70 als wirksam angenommen ist, eine Bahn ergeben, deren Krümmungsradius zunehmen würde, und welche auf der abgelenkten einen scharfen und auf der nicht abgelenkten einen verwaschenen Rand haben würde.

Die Bilder, welche ich erhalten habe, bieten diesen
75 Anblick nicht.

Kürzlich (*Phil. Mag.* X., 163, 1905) hat Rutherford diese Hypothesen angenommen und durch ein gewichtiges Experiment gestützt. Er hat die genau von mir angewandte und weiter oben beschriebene Versuchsanordnung wieder-
80 holt, indessen im Vakuum gearbeitet und als aktive Quelle nicht mehr ein Radiumsalz benutzt, sondern ein durch Radiumemanation aktivierten Draht. Herr Rutherford hat nun beobachtet, dass wenn er diesen Draht mit einer wachsenden Anzahl von Aluminiumfolien bedeckte, er auf den
85 zum Spalt parallel angeordneten photographischen Platten parallele Bilder erhielt, welche für ein und dasselbe Magnetfeld mehr und mehr von einander entfernt waren. Das führte zu dem Schluss, dass die untersuchten Strahlen bei ihrem Durchgang durch wachsende Schichtdicken von
90 Aluminium mehr und mehr ablenkbar werden und dass

diese Vergrößerung der Ablenkbarkeit die Wirkung einer Geschwindigkeitsabnahme sei.

Herr Rutherford hat dann den Gedankengang der Herren Bragg und Kleemann angenommen und die Annahme hinzugefügt, dass die von mir beobachtete Vergrößerung des Krümmungsradius längs der Bahn der α -Strahlen zu erklären sei durch die Gegenwart von Strahlen verschiedener Geschwindigkeit. 95

Dieses gleichzeitige Vorhandensein von Strahlen verschiedener Geschwindigkeit würde das Vorhandensein einer magnetischen Dispersion in sich schliessen. Eine solche besteht indessen auf den von mir erhaltenen Bildern nicht. 100

Ich habe daher beschlossen, mit meinen alten Apparaten ein Experiment zu wiederholen, welches gestattet, auf einer und derselben parallel zum Spalt angeordneten photographischen Platte ein magnetisch abgelenktes α -Strahlenbündel zu erhalten, dessen eine Hälfte keinerlei Schirm durchdringt, und dessen andere Hälfte verschieden starke Aluminiumschirme durchdringen kann. Ein vertikaler aus Glimmerplatten gebildeter Schirm erstreckt sich von der Strahlungsquelle zum Spalt und vom Spalt bis zur Platte und verhindert eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Hälften des Strahlenbündels. Die bei den verschiedenen Versuchen durchstrahlten Schichtdicken des Aluminiums variierten von einem geschlagenen Aluminiumblättchen bis zu einer Schichtdicke von 0,034 mm, welche letztere derjenigen der von Herrn Rutherford benutzten Schirme durchaus vergleichbar ist. Die Aluminiumschirme wurden teils auf der Strahlungsquelle, teils auf dem Spalt, teils in einigen Millimetern Entfernung von der photographischen Platte angebracht. In allen Fällen lagen die beiden parallelen Bilder der beiden Hälften des abgelenkten Strahlenbündels gegenseitig in ihrer Verlängerung und zeigten nicht die Verschiebung, welche man nach der Veröffentlichung des Herrn Rutherford hätte erwarten müssen. 105 110 115 120 125

Daraus muss man also schliessen, dass die von Herrn Rutherford beobachtete Eigenschaft den besonderen Strahlen zukommt, welche der von ihm benutzte aktivierte Draht aussandte, dass hingegen beim Radium, und besonders bei dem in meinen Versuchen zur Verwendung gelangten Radiumsalz, die von Herrn Rutherford angegebene Verzögerung nicht eintritt. 130

135 Dieser neue Versuch bestätigt die Schlüsse, welche ich
aus meinen ersten Beobachtungen gezogen hatte und führt
und Rutherford abzulehnen. Ich will noch hinzufügen,
dass die oben angegebenen Zahlen sich auf Abstände von
der Strahlungsquelle beziehen, welche kleiner sind als der
140 entsprechende.

HENRI BECQUEREL.

Paris,

(Aus dem Französischen übersetzt von Max Iklé.)

(Phys. Zeitschr., 6 Jahrgang, No. xx, S. 666 ff.)

17. CHEMISCHES GLEICHGEWICHT.

Man nennt einen Zustand, bei welchem zwei entgegen-
gesetzte Vorgänge sich gegenseitig begrenzen, ein *chemisches*
Gleichgewicht. Während man früher der Meinung war, dass
ein solches nur in Ausnahmefällen auftritt, hat man gegen-
15 wärtig Grund zu der Annahme, dass *alle* chemischen Vor-
gänge zu einem Gleichgewichte führen. Nur sind die dem
Gleichgewicht entsprechenden Konzentrationen einiger der
beteiligten Stoffe bei sehr vielen chemischen Gleichgewichten
so klein, dass sie sich den gebräuchlichen Mitteln des Nach-
10 weises entziehen. Alsdann wird der Eindruck hervor-
gerufen, als fände der Vorgang nur in einem Sinne statt.

In dem Satze, dass das chemische Gleichgewicht bei
gegebener Temperatur durch die *Konzentration* der beteiligten
Stoffe bestimmt ist, steckt eine lange, geschichtliche Ent-
15 wicklung. Denn wenn auch die Tatsache, dass die Mengen-
verhältnisse der beteiligten Stoffe einen wichtigen Einfluss
auf das chemische Gleichgewicht ausüben, bereits seit mehr
als hundert Jahren bekannt war, so hat es doch sehr lange
gedauert, bis man die richtige Form für das hier vorhandene
20 Gesetz gefunden hat. Aus dem üblichen Namen *Massen-*
wirkung könnte man schliessen, dass die Masse oder Menge
der beteiligten Stoffe entscheidend wäre; dies ist jedoch
nicht der Fall.

Wir denken uns zwischen den eben betrachteten Stoffen
25 Eisen, Eisenoxyd, Wasserstoff und Wasserdampf unter
bestimmten Umständen das Gleichgewicht hergestellt.
Schieben wir nun in das Gefäss, in welchem sich die

genannten Stoffe befinden, eine Scheidewand ein, so dass ein Teil der gemischten Gase von der Berührung mit den festen Stoffen abgeschlossen wird, so kann dadurch keine Veränderung des Gleichgewichts entstehen. Denn die Gasmengen befanden sich untereinander und mit den festen Stoffen im Gleichgewicht und das Gleichgewicht in einem gleichtheilig erfüllten Raume findet *an jeder Stelle* statt. Durch die gedachte Abtrennung wird aber die *absolute* Menge der Gase, die mit den festen Stoffen im Gleichgewicht sind, geändert; die absoluten Mengen können also nicht massgebend für das Gleichgewicht sein. 30

Durch die Abtrennung sind nun die vorhandenen Gase in *gleichem Verhältnis* abgetrennt worden, da sie in dem ganzen Raume gleichförmig verteilt waren; andernfalls hätte ja kein Gleichgewicht stattgefunden. Es ist also für das Gleichgewicht die *relative Menge* oder das Mengenverhältnis der Gase massgebend. 40

Den einfachsten und angemessensten Ausdruck für das Mengenverhältnis erlangt man, wenn man es nicht durch die zufälligen absoluten Mengen, sondern durch die in der *Raumeinheit* vorhandenen Mengen oder die *Konzentrationen* der vorhandenen Gase oder Dämpfe darstellt. Dies ist der Ausdruck, den wir von vornherein gewählt haben; man sieht an diesem Beispiele wieder, von welcher Wichtigkeit die angemessene Wahl der Grössen ist, durch welche wir die Naturgesetze ausdrücken. In der Tat hat sich die Entwicklung der Lehre vom chemischen Gleichgewicht davon abhängig gezeigt, dass man nach verschiedenen missglückten Versuchen, den passenden Ausdruck zu finden, als massgebende Grösse die Konzentration (früher *wirksame Menge* genannt) eingeführt hat. 50 55

W. OSTWALD: *Grundlinien der Anorganischen Chemie*.
Leipzig, W. Engelmann, 1904^a
S. 105-106.

18. DER EINFLUSS DER IONISATION AUF DIE LEITUNGSFÄHIGKEIT DES KOHÄRERS.

Die *wesentliche* Wirkung des Kohärers besteht darin, dass Strahlen elektrischer Kraft auf loses Metallpulver treffen und dasselbe dadurch für den elektrischen Strom dauernd

leitend machen, sofern kein anderer Einfluss diese Leitungsfähigkeit aufhebt. Ganz dasselbe Resultat wird durch einen Kurzschluss erreicht, den man um das Pulver herumführt, wie schon Hr. Sundorph Metallpulver auf Glas leitend macht, und die Herren H. Muraoka und T. Tamaru haben diese Erscheinung einem weiteren Studium unterworfen und gezeigt, dass sie durch die Selbstinduktion des Galvanometers bedingt wird, sowie dass die Reduktion des Pulverwiderstandes durch Induktion um so grösser ist, je grösser der induzierende Strom und je kleiner das Volumen des Pulvers ist.

Nun wird von den einzelnen Forschern eine positive und negative Wirkung unterschieden, aber ganz allgemein festgestellt, dass eine bestimmte Potentialdifferenz, die sogenannte kritische, überhaupt nötig ist, um diese Erscheinung hervorzubringen; unterhalb derselben tritt die Wirkung nicht auf.

Zur Erklärung dieses eigentümlichen Vorganges ist beobachtet, dass zwischen den einzelnen Metallstücken kleine Funken auftreten, welche die einzelnen Stücke aneinander schweissen, so dass eine ununterbrochene Brücke entsteht, die durch leichtes Erschüttern oder durch Wärmeeinflüsse wieder vernichtet wird, wodurch die Leitungsfähigkeit verschwindet. Neben dieser, wie man sie wohl nennen möchte, mechanischen Erklärung findet sich eine andere, die man in Gegensatz zu ihr als elektrische bezeichnen kann. Nach ihr soll die Kohärerwirkung dadurch entstehen, dass elektrische Wellen Ionisation und damit eine höhere Leitungsfähigkeit des Dielektrikums hervorrufen.

Dass nun bei einem starken Eröffnungsfunken die losen Teile des Pulvers durch kleine Funken zusammengeschweisst werden, ist wohl zweifellos, ob aber auch bei schwachen, bei welchen trotzdem die Leitungsfähigkeit eintritt, und ob dies die einzige Möglichkeit ist, die Leitungsfähigkeit herbeizuführen, ist eine noch offene Frage. Soll aber eine allgemein befriedigende Erklärung der so komplizierten Erscheinung des Kohärrers, die eher komplizierter als einfacher wird, gegeben werden, so ist, meine ich, auch nötig, eine Untersuchung darüber in Betracht zu ziehen, ob unterhalb der kritischen Potentialdifferenz durch andere Mittel der Widerstand des Kohärrers verringert werden

kann, ob z.B. durch erhöhte Ionisation, ohne die Potentialdifferenz zu erhöhen, eine Leitungsfähigkeit desselben hervorgerufen werden kann; darüber soll in vorliegender Arbeit gehandelt werden.

* * *

So bin ich zu folgenden Ergebnissen gekommen : 50

(i.) Unter dem Einfluss eines Radiumpräparates sinkt der Widerstand des Kohärers auch unter der kritischen Potentialdifferenz zu einer messbaren Grösse.

(ii.) Elektrische Schwingungen können bei erhöhter Ionisation in Spulen von wesentlich geringerer Stärke als sonst 55 nachgewiesen werden.

(iii.) Die Leitungsfähigkeit eines Kohärers, die durch Kurzschluss herbeigeführt ist, wird unter Radiumbestrahlung bedeutend erhöht.

Als wichtigste Folgerung ergibt sich hieraus das 60

RESULTAT :

Die Leitungsfähigkeit des Kohärers ist eine Funktion zweier Variablen, der elektrischen Schwingungen und der Ionisation.

Unentschieden bleibt hierbei, ob die durch Radiumstrahlung eingetretene Wirkung bei dem Kohärer von 65 Dauer ist oder nur so lange anhält, als die Bestrahlung stattfindet. Im letzten Falle würde sie als *unwesentliche* oder *sekundäre* Wirkung des Kohärers bezeichnet werden können.

RICHARD THÖLDTE.

Dessau.

(*Ann. d. Phys.*, Bd. xvii, 1905, S. 694 f., 703 f.)

9. EINE ALLGEMEINE EIGENSCHAFT DER VERDÜNNTEN MATERIE.

Bei der Untersuchung der Eigenschaften der verdünnten Materie zwecks Erforschung der das chemische Gleichgewicht beherrschenden Gesetze bin ich von der fast absoluten Identität überrascht worden, welche die Lösungen und die Gase in genügend verdünntem Zustande in ihren 5

physikalischen Eigenschaften zeigen. In einer vorangehenden Arbeit,¹ welche dem chemischen Gleichgewichte gewidmet war, bin ich nur so weit auf diese Aehnlichkeit eingegangen, als sie zu dem Hauptzwecke dienen sollte, indem ich für die verdünnten Lösungen Gesetze aufstellte, welche denen von *Boyle* und *Gay-Lussac* für die Gase analog sind. Diese Abhandlung soll dazu bestimmt sein, einen gemeinsamen Zug hervorzuheben, welcher, obwohl ohne Werth beim Studium des chemischen Gleichgewichtes, mir dennoch eine bemerkenswerthe und ziemlich sonderbare allgemeine Eigenschaft der verdünnten Materie zu sein scheint, um so mehr, als seine Gewinnung eine Voraussagung gestattet hat, welche durch das Experiment bestätigt worden ist.

20 Um anzugeben, worin diese allgemeine Eigenschaft besteht, ist es, bevor wir sie in ihren Einzelheiten verfolgen, nothwendig, den besonderen Gesichtspunkt kennen zu lernen, welcher eine unerwartete Aehnlichkeit in den physikalischen Eigenschaften der gelösten und der gasförmigen 25 verdünnten Materie hervortreten lässt.

Vergleicht man die Materie an sich im gasförmigen Zustande mit derjenigen im gelösten Zustande, so ist von vornherein ausser in der Homogenität keine Aehnlichkeit vorhanden. Das ist aber sofort ganz anders, wenn man die gelöste 30 Materie in einem Gefässe mit halb durchlässigen Wänden,² welches in das Lösungsmittel eingetaucht ist, betrachtet. Alsdann beginnen die Lösungen einen Druck auf die Wand auszuüben, indem sie so die charakteristische Eigenschaft des gasförmigen Zustandes erlangen. Die osmotische 35 Kraft nämlich, welche das Lösungsmittel in das Gefäss eintreten lässt, bringt, wenn dieses mit der Lösung angefüllt und verschlossen ist, auf die innere Wand den sogenannten osmotischen Druck hervor.

Nun findet sich unter den beschriebenen Umständen die 40 Aehnlichkeit der Lösungen mit den Gasen bis in die Einzelheiten wieder, wenn man die beiden in einem Zustande

¹ Die Gesetze des chem. Gleichgewichtes im verdünnten, gasförmigen oder gelösten Zustande.

² Eine Wand, welche das Lösungsmittel durchgehen lässt, welche sich aber dem Durchgange des gelösten Stoffes widersetzt. Cf. für die Einzelheiten die oben erwähnte Arbeit.

genügend grosser Verdünnung vergleicht, so dass man die gegenseitigen Wirkungen und das Volumen der gasförmigen oder der gelösten Theilchen vernachlässigen kann, in einem Verdünnungszustande also, den man als idealen gasförmigen oder gelösten Zustand bezeichnen kann. Alsdann ist auch der osmotische Druck den beiden fundamentalen Gesetzen unterworfen, welche den Druck im gasförmigen Zustande beherrschen, nämlich :

1) Gesetz von *Boyle* für die Lösungen: 50

Der osmotische Druck ist proportional der Concentration, wenn die Temperatur constant bleibt.

2) Gesetz von *Gay-Lussac* für die Lösungen:

Der osmotische Druck ist proportional der absoluten Temperatur, wenn die Concentration constant bleibt. 55

Dies sind die Analogien, welche in der angeführten Arbeit im Einzelnen bewiesen und bestätigt worden sind; sie haben Bezug auf die Aenderung des Druckes mit den Umständen. Ich will jetzt noch einen dritten Satz hinzufügen, welcher auf die absolute Grösse dieses Druckes Bezug hat und in Wahrheit nichts anderes ist als eine Ausdehnung des Gesetzes von *Avogadro*: 60

3) Gesetz von *Avogadro* für die Lösungen:

Der Druck, welcher von den Gasen bei einer bestimmten Temperatur ausgeübt wird, wenn die gleiche Anzahl von Molekülen ein gegebenes Volumen einnimmt, ist gleich dem osmotischen Drucke, welchen die grosse Mehrzahl der Stoffe unter denselben Umständen ausübt, wenn sie in beliebigen Flüssigkeiten aufgelöst sind. 65

Dieser Druck ist gleich nahezu 22,4 Atmosphären, wenn bei 0° Celsius die molekulare Menge in Grammen sich im Liter befindet. 70

Es sei angegeben, dass man im Vorstehenden unter dem Ausdrucke „die grosse Mehrzahl der Stoffe“ zunächst alle gelösten Gase versteht, welche beim Auflösen dem Gesetze von *Henry* folgen, und so dann alle die Stoffe, welche in ihrer Lösung die von Herrn *Raoult* sogenannte normale molekulare Gefrierpunktserniedrigung zeigen. 75

J. H. van't HOFF: *Die Gesetze des chemischen Gleichgewichtes*, S. 62-64.

Leipzig, W. Engelmann, 1900.

(Ostwald's *Klassiker der exakten Wissenschaften*, No. 110.)

20. ÜBER DIE DIFFUSION NASZIERENDEN WASSERSTOFFS DURCH EISEN.

In zwei früheren Arbeiten habe ich Untersuchungen über die Diffusion von Wasserstoff durch glühendes Palladium und durch glühendes Platin mitgeteilt. Aus den Ergebnissen, welche die Grösse der Diffusion in ihrer Abhängig-
5 keit von dem treibenden Druck darstellten, wurde hergeleitet, dass höchstwahrscheinlich nicht molekularer, sondern atomistischer Wasserstoff durch die beiden Metallen hindurchtritt. Es zeigte sich nämlich, dass die durch das glühende Metall diffundierende Menge Wasserstoff—die Diffusion fand aus
10 einem mit Wasserstoff gefüllten Rohr in die freie Atmosphäre statt—nicht proportional dem Druck des Wasserstoffs im Innern des Rohres ist, sondern dass mit abnehmendem Druck im Innern des Rohres die Gasmenge grösser wird als sie nach dem Gesetz der Proportionalität des Druckes sein
15 sollte. Es liess sich aber die diffundierte Gasmenge in ihrer Abhängigkeit vom Gasdruck darstellen unter der Voraussetzung, dass eine Dissoziation des Wasserstoffs eintritt und dass die diffundierte Gasmenge proportional dem Druck der dissoziierten Moleküle ist. Hiernach lag der Gedanke
20 nahe, von vornherein atomistischen Wasserstoff zu verwenden und die Diffusion in ihrer Abhängigkeit vom Druck zu studieren.

Als Metall wurde Eisen verwendet, da von diesem Metall bekannt ist, dass es grössere Mengen naszierenden
25 Wasserstoffs als manche andere Metalle bei gewöhnlicher Temperatur hindurchlässt. Die Untersuchung des Eisens hatte ein besonderes Interesse dadurch, dass M. Bellati und S. Lussana gleichfalls Diffusionsversuche des naszierenden Wasserstoffs mit einem Eisencylinder durchgeführt
30 und dabei das merkwürdige Resultat gefunden haben, dass eine Diffusion des Wasserstoffs auch dann noch von aussen nach innen eintrat, wenn im Innern des Cylinders ein Druck des Wasserstoffs von 20 Atm. vorhanden war, während die Lösung, die den Eisencylinder von aussen umgab, unter
35 dem Drucke von nur 1 Atm. stand. Eine genauere Untersuchung der Diffusion in ihrer Abhängigkeit vom Druck ist von Bellati und Lussana nicht durchgeführt; dagegen suchten sie zu ermitteln, in welcher Weise die Diffusion

von der Stromstärke und von der Temperatur abhängt;
ich werde später hierauf zurückkommen.

40

Die folgende Darstellung umfasst:

1. Apparat.
2. Vorversuche.
3. Abhängigkeit der Diffusion vom Druck im Innern
des Rohres.
4. Abhängigkeit der Diffusion vom Druck ausserhalb
des Rohres.
5. Zusammenfassung und Folgerung; Untersuchung
des diffundierten Gases.
6. Abhängigkeit der Diffusion von der Temperatur.
7. Abhängigkeit der Diffusion von der Stromstärke
und der wirksamen Potentialdifferenz.
8. Resultate.

45

50

* * *

8. RESULTATE.

Ein unten geschlossenes, oben mit einem Glasrohr verbundenen Eisenrohr, das in einer einprozentigen wässerigen Lösung von Natronlauge stand, diente als Kathode bei einer Stromzuführung, die durch Platin stattfand. Der an der äusseren Oberfläche des Eisenrohres entwickelte Wasserstoff diffundierte in das Innere des Rohres. Es dauerte lange, bis sich ein stationärer Zustand hergestellt hatte; war dieser erreicht, so diffundierte pro Zeiteinheit eine konstante Wasserstoffmenge von aussen nach innen.

55

60

70

75

1. Diese Menge war unabhängig von dem Druck, der im Innern des Rohres herrschte, soweit eine solche Druckänderung (von 0 bis 89 cm Quecksilber) herbeigeführt wurde. Ferner änderte sich die diffundierte Menge nicht, wenn der äussere Druck, der auf der Lösung und damit auf dem Eisenrohr lastete, von einer auf eine halbe Atmosphäre vermindert wurde. Es geht aus diesen Beobachtungen hervor, dass der wirksame Druck, der den Wasserstoff durch das Rohr von aussen nach innen treibt, ganz anderer Art ist, als man zunächst voraussetzen möchte; es lässt sich aus den Versuchen, mit Rücksicht auf die Genauigkeit derselben, eine untere Grenze für den treibenden Druck ableiten; diese Grenze ergibt sich gleich 58 Atm.

2. Die Diffusion wächst mit zunehmender Temperatur bei konstanter Stromstärke ganz bedeutend; setzt man die

Diffusion proportional einer Potenz der absoluten Temperatur, so ist diese Potenz wenigstens gleich 5.

80 3. Die Diffusion wächst bei konstanter Temperatur mit zunehmender Stromstärke, aber nicht dieser proportional, sondern langsamer.

4. Die unter 1 und 3 angegebenen Tatsachen lassen sich verstehen durch eine von Nernst angegebene Betrachtung,
85 nach welcher der Druck, mit dem bei der elektrolytischen Zersetzung die abgeschiedenen Ionen gasförmig auftreten, sehr gross werden kann und nur von der Potentialdifferenz abhängt, durch welche man elektrolysiert. Wenn man bei den unter 1 erwähnten Versuchen einen grossen elek-
90 trolytisch hervorgerufenen Druck voraussetzt, der das Gas durch das Rohr treibt, so ist es verständlich, dass eine Druckänderung von einer halben Atmosphäre an der äusseren Wandung, oder von etwa 1,2 Atm. im Innern des Rohres, keinen erkennbaren Einfluss ausübt. Ferner
95 ist auch der von Bellati und Lussana angegebene Versuch, nach welchem eine Diffusion von aussen nach innen stattfindet, obschon im Innern ein Gegendruck von 20 Atm. vorhanden ist, nicht mehr auffallend.

5. Bei konstanter Temperatur und bei sonst gleichen
100 Bedingungen (gleiche Lösung und gleiche Elektroden) wurde die diffundierte Menge der wirksamen Potentialdifferenz annähernd proportional gefunden.

A. WINKELMANN.

Jena.

(*Ann. d. Phys.*, Bd. xvii, 1905, S. 589 f., 625 f.)

21. URANSTRAHLEN UND RADIOAKTIVE STOFFE.

Am Uran ist zuerst eine Eigenschaft beobachtet worden, die inzwischen in verschiedener Stärke an anderen Elementen und ihren Verbindungen wiedergefunden worden ist, und die in folgendem besteht. Legt man irgendwelche Uran-
5 verbindungen auf eine mit schwarzem Papier bedeckte photographische Platte, so erfährt diese eine Änderung, als wenn Licht auf sie eingewirkt hätte, d.h. sie lässt sich entwickeln. Diese Beeinflussung findet auch durch dünne Platten von Glimmer und Glas statt, wird aber durch

stärkere Platten proportional ihrer Dichte und Dicke ver- 10
mindert.

Eine weitere Wirkung, die von diesen Stoffen ausgeht, ist die, dass sie die Luft und andere Gase *leitend* machen, so dass ein elektrischer Strom durchgeleitet werden kann. Diese Eigenschaft dient am besten zur Messung der frag- 15
lichen Wirkung.

Endlich werden gewisse phosphoreszierende Stoffe, namentlich Baryumplatincyanoür, durch diese Wirkung zum Leuchten gebracht, doch ist dies erst bei ziemlich hohen Graden der Wirksamkeit sichtbar. 20

Es hat sich herausgestellt, dass diese Vorgänge daher rühren, dass gewisse stoffliche Veränderungen in den betreffenden Stoffen vor sich gehen, bei denen grosse Mengen Energie entwickelt werden. Diese Energie nimmt zunächst die Gestalt von „Strahlungen“ an, d.h. sie pflanzt sich mit 25
sehr grosser Geschwindigkeit wesentlich geradlinig durch den Raum fort. Durch vorhandene Körper wird sie in ihrem Fortschreiten nur insofern beeinflusst, als ein bestimmter Anteil absorbiert und schliesslich in Wärme verwandelt wird. Diese Umwandlung ist in erster Linie 30
proportional der Masse (Dichte \times Dicke) der durchstrahlten Stoffe, unabhängig von deren chemischer Beschaffenheit. Im übrigen sind die Strahlungen aus verschiedenartigen Anteilen zusammengesetzt, die sich unter anderem durch ihre Absorptionsfähigkeit unterscheiden: während einige 35
bereits durch dünnes Papier zurückgehalten werden, können andere starke Stahlplatten durchdringen. Einigermassen sich ähnlich verhaltende Strahlungen kennt man als „Kathodenstrahlen“, die sich bei elektrischen Entladungen in sehr verdünnten Gasen von der Kathode entwickeln; auch von der 40
Anode gehen derartige Strahlen aus. Die chemischen Strahlungen der erwähnten Stoffe, die man radioaktive Stoffe nennt, lassen sich folgendermassen kennzeichnen:

Ein Teil, und zwar der grösste (gemessen an der betätigten Energiemenge) hat nur in sehr geringem Grade die 45
Fähigkeit, ponderabile Stoffe zu durchdringen und wird durch ein Magnetfeld in solchem Sinne von seinem geradlinigen Wege abgelenkt, wie ein positiver elektrischer Strom. Diese Strahlen werden mit α bezeichnet. Daneben bestehen β -Strahlen, welche durchdringender sind, im Sinne eines 50
negativen Stromes von Magneten abgelenkt werden und

sich photographisch wirksam erweisen. Endlich sind noch γ -Strahlen vorhanden, welche sich wie die X-Strahlen von Röntgen verhalten, sehr durchdringend sind und im Magnetfelde keine Ablenkung erfahren. Die vorhandenen Untersuchungen beziehen sich vorwiegend auf die α -Strahlen, deren Stärke man mittelst der Leitfähigkeit messen kann, welche sie der Luft mitteilen.

Diese Eigenschaft, vermittelt ihrer α -Strahlen die Luft leitend zu machen, haben nun zunächst alle Uranverbindungen, und zwar annähernd proportional ihrem Urangehalt und ziemlich unabhängig von der Temperatur und anderen Umständen. Ebenso findet sie sich bei den Thorverbindungen. Die Fähigkeit kann zwar vorübergehend verändert werden, stellt sich aber nach einiger Zeit wieder in der früheren Stärke her und ist schliesslich ganz unabhängig davon, welche Schicksale das Präparat inzwischen erlitten hat.

In verschiedenen Mineralien, die Uran und Thor enthalten, fand sich die Strahlung bedeutend stärker, als in den reinen Präparaten dieser Elemente. Dies gab Veranlassung, nach anderen Stoffen mit entsprechend grösserer Strahlung zu suchen, und es sind mehrere Namen, wie Polonium, Aktinium, Radiotellur für solche stark strahlende Stoffe vorgeschlagen worden. Wenn es auch unzweifelhaft ist, dass in der Tat mehrere derartige Elemente existieren, so ist bisher doch nur eines in einigermassen reinem Zustande abgeschieden und gekennzeichnet worden; dies ist das von dem Ehepaare Curie entdeckte Radium.

W. OSTWALD: *Grundlinien der Anorganischen Chemie (Nachtrag).*
Leipzig, W. Engelmann, 1904²

22. EIN PLANIMETER ZUR BESTIMMUNG DER MITTLEREN ORDINATEN BELIEBIGER ABSCHNITTE VON REGISTRIERTEN KURVEN.

In Wissenschaft und Technik breitet sich der Gebrauch von Registrierapparaten mehr und mehr aus. Das ist durchaus begreiflich. Die selbsttätige Aufzeichnung bietet in einfachster Weise nicht nur die Möglichkeit, für jeden Augenblick den Wert des beobachteten Elements noch nachträglich festzustellen, sie gibt auch die beste zusammenfassende Darstellung des ganzen Verlaufs der Erscheinung

in einer unmittelbar anschaulichen Form. Damit ist ein weiterer Vorteil verknüpft. Das durch diese Darstellung etwa als Kurve oder in einer gleichwertigen Form gewonnene Beobachtungsmaterial bildet eine vollständige und besonders bequeme Grundlage für anschliessende Untersuchungen, Ableitung von Mittelwerten, Feststellung funktioneller Beziehung u. dgl. 10

Man denke etwa—es sei nur an eins der ältesten und am allgem reinsten bekannten Beispiele erinnert—an das Indikatordiagramm einer Dampfmaschine, das dem Kundigen nicht nur durch die Einzelheiten seiner Gestalt unmittelbar zahlreiche, wertvolle Aufschlüsse gibt, sondern ihn auch durch einfache Planimetrierung die während des Hubes geleistete Arbeit und damit eine fundamentale Angabe über die Maschinentätigkeit finden lässt. Oder man denke an die zahlreichen Diagramme, deren sich die Elektrotechnik bedient, und die sich nicht weniger durch die Mannigfaltigkeit der verfolgten Zwecke wie durch diejenige der zur Registrierung dienenden Hilfsmittel auszeichnen. 20 25

Soweit die Aufzeichnungen auf mechanischem Wege, sei es direkt, sei es unter Benutzung elektrischer Vorgänge, erfolgen, besteht die gelegentlich auch schon ausgenutzte Möglichkeit, derartige anschliessende Auswertungen, die meistens auf Integrationen hinauskommen, mit der Aufzeichnung selbst zu verbinden. Bei Registrierungen mit Hilfe des Lichtes, bei denen man bisher ausschliesslich den nächstliegenden Weg der photographischen Aufzeichnung benutzt hat, ist dies noch nicht geschehen. Doch würde es auch hier durch Verwendung von licht- oder 35 wärmeempfindlichen Apparaten (Selenzellen, Thermosäulen, Bolometern) und mit Benutzung von Einrichtungen nach dem Prinzip des Sprungschens Wagebarographen möglich sein, zunächst eine Übersetzung in mechanische oder elektrische Vorgänge und damit die Auslösung genügender Energiemengen zur mechanischen Aufzeichnung und Auswertung zu gewinnen. 40

Leider muss gesagt werden, dass gerade die Wissenschaft, die doch den Gebrauch registrierender Apparate zuerst eingeführt und von der ihn erst später die Technik übernommen hat, weit weniger als diese zur Benutzung von Instrumenten bei der Auswertung ihrer Aufzeichnungen fortgeschritten ist. Sie verwendet kaum etwas anderes als das 45

50 einfache Planimeter und den harmonischen Analysator, und
 auch diese gar zu selten und in viel zu beschränkter Weise.
 Der Grund hiervon ist einerseits darin zu suchen, dass die
 Technik über unvergleichlich grössere äussere Mittel ge-
 55 bietet, einen als wertvoll erkannten Gedanken zu verwirk-
 lichen, als es der wissenschaftlichen Forschung jemals
 beschieden sein kann; andererseits ist aber dafür ohne Zweifel
 auch der Umstand verantwortlich zu machen, dass der ökonomische
 Gesichtspunkt, der in der Technik eine so wichtige,
 ja man darf beinahe sagen die ausschlaggebende Rolle spielt,
 60 in der Wissenschaft noch viel zu wenig Geltung gewonnen
 hat. Die durchaus richtige, ideale Auffassung, dass für die
 wissenschaftliche Forschung an sich nichts zu klein und
 unbedeutend ist, verführt, falsch verstanden, überall da, wo
 nicht Anforderungen des praktischen Lebens einen heilsamen
 65 Zwang ausüben, leicht zu einer Vergeudung wissenschaft-
 licher Arbeitskraft durch ihre Verschwendung an zeit-
 raubende, endlos wiederholte, rein mechanische Arbeiten,
 die ohne Schaden für die Sache von weniger Vorgebildeten
 geleistet oder durch mechanische Hilfsmittel wesentlich
 70 vermindert werden könnten. Freilich wird selbst bei der
 höchsten wissenschaftlichen Forschung fast immer der
 grösste Teil der Zeit auf die Ausführung von an sich un-
 bedeutenden, einfachen Tätigkeiten entfallen, die kein
 anderer als der das Ganze beherrschende Gelehrte zweck-
 75 mässig erledigen und für das Ganze nutzbar machen kann;
 ja gerade die Verwendung instrumenteller Hilfsmittel wird
 vielfach neue Arbeiten dieser Art schaffen. Aber der
 wissenschaftliche Arbeiter wird mit ihrer Unterstützung,
 und wenn ihm nichts, was andere erledigen können, auf-
 80 gebürdet wird, wesentlich mehr leisten können, als er
 andernfalls vermag.

* * *

Von diesen Erwägungen geleitet, ist das Potsdamer Mag-
 netische Observatorium bestrebt, nach und nach eine Anzahl
 von Apparaten zur Verarbeitung seiner laufenden Aufzeich-
 85 nungen zu schaffen, die an dieser Stelle beschrieben werden
 sollen, da sie auch für andere Institute gleicher oder ähnlicher
 Art von Nutzen sein können. Bis jetzt sind zwei von
 diesen Apparaten praktisch ausgeführt und erprobt worden:
 ein Planimeter zur Bestimmung der Mittelwerte der Ordina-
 90 ten beliebiger Abschnitte von registrierten Kurven und ein

Pantograph zum Umzeichnung solcher Kurven unter unabhängiger Änderung des Massstabs in der Abszissen- und Ordinatenrichtung, kurz gesagt also zu ihrer affinen Transformation. Eine Beschreibung des Pantographen, dessen erstes Exemplar an das Bureau der Deutschen Südpolar-Expedition geliefert worden ist, soll später gegeben werden, sobald das jetzt im Bau befindliche, für das Observatorium selbst bestimmte Exemplar einige Zeit in regelmässiger Tätigkeit gewesen sein wird. 95

ADOLF SCHMIDT.

Potsdam.

(*Zeitschrift für Instrumentenkunde*, xxv Jahrgang, Sept., 1905, S. 261 ff.)

23. RADIUM UND HELIUM.

Radium ist ein Element der Erdalkaligruppe. In seinen Eigenschaften steht es dem Baryum so nahe, dass es von diesem nur durch annähernde Methoden (gebrochene Krystallisation der Bromide) getrennt werden kann. Verschieden ist es von dem Baryum erstens durch seine ungeheuer starke Strahlung, andererseits durch sein Spektrum. Der Flamme des Bunsenbrenners erteilt es eine rote Färbung, während Baryum grün färbt. Im metallischen Zustande ist es noch nicht bekannt, da es in den genannten Mineralien nur in äusserst geringen Mengen vorkommt. Sein Verbindungsgewicht ist $R = 225$. 5 10

Die merkwürdigste Eigenschaft des Radiums ist die Tatsache, dass es in allen seinen Verbindungen dauernd Energie entwickelt, die zwar zunächst in Gestalt der beschriebenen Strahlungen auftritt, schliesslich aber, wenn diese durch dicke Umhüllungen von Metall aufgefangen werden, sich in Wärme verwandelt. Ein Gramm Radium entwickelt in der Stunde rund 100 cal oder 418 Joule, also in der Sekunde etwas über eine Million Erg. Da eine äussere Quelle dieser Energie sich nicht nachweisen liess, so schien das Gesetz von der Erhaltung der Energie verletzt, bis Ramsay und Soddy entdeckten, dass proportional dieser Energieentwicklung eine Bildung von *Helium* aus dem 15 20

Radiumpräparat stattfindet. Man darf daher annehmen,
25 dass es sich hier um eine wirkliche Transmutation, wie sie
von den Alchemisten vergeblich versucht worden ist, d.h.
um die Umwandlung eines Elements in ein anderes handelt.
Es bedingt keinen Widerspruch, dass diese bisher unbekannte
30 Reaktion mit einer ungewöhnlich grossen Energieentwick-
lung verbunden ist; diese beträgt einige Millionen mal
mehr, als eine dem entstehenden Helium äquivalente Menge
Knallgas bei der Umwandlung in Wasser entwickelt. Eine
Verminderung des Gewichtes des Radiums hat man bisher
noch nicht beobachten können; aus wahrscheinlichen An-
35 nahmen kann man berechnen, dass die „mittlere Lebensdauer“
d.h. der reziproke Wert des Bruchteils der Gesamtmenge,
die sich in einer Sekunde umwandelt, beim Radium rund
1500 Jahre beträgt, so dass eine messbare Gewichtsver-
minderung erst würde beobachtet werden können, wenn
40 man grössere Mengen Radium über mehrere Jahre unter-
suchte.

Das *Helium* ist nicht das unmittelbare Produkt bei der
freiwilligen Transmutation des Radiums, sondern es entstehen
inzwischen andere Stoffe von viel geringerer Beständigkeit.
45 Diese verhalten sich im allgemeinen wie elementare Gase,
und zwar solche vom Typus des Argons oder Heliums.
Man nennt sie Emanationen. Diese Emanation aus Radium
hat (nach Diffusionsversuchen geschätzt) etwa das Molarge-
wicht 160, lässt sich bei der Temperatur der flüssigen Luft
50 verdichten, hat ein eigenes Spektrum vom Charakter des
Heliumspektrums, aber nur eine mittlere Lebensdauer von
128 Stunden. Sie wandelt sich ähnlich dem Radium frei-
willig um und gibt dabei noch einige andere ähnliche Stufen
von noch geringerer Beständigkeit, so dass im ganzen etwa
55 fünf verschiedene Stufen zurückgelegt werden, die sich durch
ihre verschiedene Lebensdauer unterscheiden. Ähnlich ver-
halten sich Uran und Thor.

Diese Tatsachen legen die Annahme nahe, dass auch die
wohlbekannten Elemente Uran und Thor nur eine vorü-
60 bergende Existenz haben, indem sie sich in einem Zustande
freiwilliger Umwandlung unter Energieentwicklung befinden.
Ihr letztes Umwandlungsprodukt scheint Helium zu sein,
denn dieses findet sich immer in den Mineralien, welche
jene beiden Elemente enthalten. Vergleicht man die Stärke
65 ihrer Strahlung mit der des Radiums und der Emanation,

so kommt man zu dem Schlusse, dass ihre mittlere Lebensdauer sehr gross sein muss, rund tausend Millionen Jahre.¹ Diese Zeit ist grösser, als sie von den Geologen für die Entwicklung der Erde angenommen wird.

W. OSTWALD: *Grundlinien der Anorganischen Chemie (Nachtrag).*
Leipzig, W. Engelmann, 1904²

24. DIE MESSUNG KLEINER TEMPERATURDIFFERENZEN MIT THERMOELEMENTEN UND EIN KOMPENSATIONS- APPARAT MIT KONSTANTEM KLEINEN KOMPENSA- TIONSWIDERSTAND BEI KONSTANT BLEIBENDEM HILFSTROM.

Die Bedingungen, welche bei der Messung kleiner Temperaturdifferenzen durch Thermoelemente einzuhalten sind, um weder die zu messende Temperaturverteilung zu stören, noch fremde thermische und zufällige Störungen mitzumessen, sind für die verschiedensten Anwendungen erkannt und auch experimentell bestätigt worden. Die Anregung dazu, die günstigsten Versuchsbedingungen nach meinen hierbei früher gemachten Erfahrungen zu diskutieren, erhielt ich von technischer Seite zu dem speziellen Zweck, die Grundlagen für mit grösseren Mitteln auszuführende Messungen der Temperaturverteilung in der Umgebung stromdurchflossener Kabel nach Möglichkeit festzulegen. Es schien in diesem Fall die Verwendung einer Versuchsordnung unerlässlich, welche bei grösster Empfindlichkeit die in diesem Fall besonders grossen Störungen von selbst ausschliesst und trotzdem dieselbe Einfachheit des Messverfahrens erlaubt, wie sie bei der Messung relativ grösserer Spannungen an den bekannten Kompensationsapparaten erreicht ist.

Der Mitteilung dieser Anordnung, welche auch für andere als die genannte spezielle Anwendung von Vorteil sein

¹Man hört nicht selten die Bemerkung, dass wenn dieser Prozess seit Ewigkeit stattgefunden hätte, er bereits vollständig abgelaufen sein müsste. Hiergegen ist zu sagen, dass der Begriff der Ewigkeit keine exakte physikalische Bedeutung hat. In einer Zeitreihe, deren Grenzen man weder in einem noch im anderen Sinne kennt, kann sich die Gegenwart an jeder Stelle befinden.

dürfte, scheint es berechtigt, eine kurze Zusammenfassung der Grundsätze vorzuschicken, welche zu ihrer Konstruktion führten und bei ihrer Verwendung als massgebend betrachtet wurden. Es wird sich dabei auch Gelegenheit zur Erwähnung einiger praktischen Kunstgriffe geben, die bei der Messung von Thermoeffekten nützlich sein können.

Die Empfindlichkeit der Messung einer gegebenen elektromotorischen Kraft ist bekanntlich um so grösser, je kleiner der Widerstand ihres Schliessungskreises, sei es, dass der Ausschlag direkt gemessen oder kompensiert wird. In zweiter Linie ist der Galvanometerwiderstand möglichst gleich dem äusseren zu wählen, d.h. gleich dem Widerstand der Thermoelemente und der Zuleitungen, dazu eventuell noch dem Kompensationswiderstand.

Die Einhaltung dieser Bedingungen für die elektrische Messung ist besonders durch folgende praktische Erfordernisse der thermischen Bestimmung beschränkt, von deren richtiger gegenseitiger Abwägung der experimentelle Erfolg abhängt. Um an der Lötstelle die Temperatur, welche dem zu messenden Wärmezustand entspricht, tatsächlich zu erhalten, soll der Temperatúrausgleich zwischen „Lötstelle“ und deren Umgebung genügend rasch gegenüber der Wärmeableitung durch die Drähte verlaufen. Man erreicht dies bei Temperaturmessung in Flüssigkeiten, sofern ein Überzug des blanken Metalls mit Asphaltlack, „Elektrolack“ oder dergleichen zulässig ist, durch Einlöten oder -Nieten der Drähte in einen Metallklotz. Bei der von mir früher verwendeten Form ist zum gleichen Zweck Quecksilber in die unten kugelförmig aufgeblasenen Enden von Glasröhrchen eingefüllt worden, in welche die beiden Drähte an den blanken Enden provisorisch verlötet eingeführt sind.

Soll durch die Thermoelemente die relative Temperaturverteilung oder -Veränderung innerhalb eines festen Körpers gemessen werden, z.B. die Temperaturverteilung in der Umgebung eines stromdurchflossenen Kabels, so empfiehlt sich, um das Temperaturfeld nicht zu stören, Metallscheiben als „Lötstelle“ zu verwenden, welche möglichst in die zu erwartenden Niveauflächen gelegt werden. Bei Messungen an erwärmten Stäben vertreten letztere selbst die Rolle des Metallklotzes, wenn die Lötstelle der sehr dünnen Drähte fest an den Wärmeleiter angepresst ist. Die Verhinderung der Wärmeentziehung erfordert in allen diesen Fällen,

solange die in Laboratoriumversuchen üblichen Dimensionen nicht überschritten werden, eine Beschränkung des Drahtquerschnittes. Ansetzen dickerer Drähte ausserhalb des untersuchten Systems soll jedoch ebenfalls vermieden werden. Das Ausziehen dickerer Drähte innerhalb des untersuchten Systems, welches eine merkliche Änderung der Thermokraft mit sich bringen kann, oder das Ansetzen dünneren Drahtes sollte nur mit der Vorsicht geschehen, dass sich die Anschlussstellen untereinander auf gleicher Temperatur befinden. Wird zur Messung sehr kleiner Temperaturdifferenzen eine Batterie von Elementen benutzt, so hat deren Hintereinanderschaltung auf dem kürzesten Wege zu geschehen. Bei der Wahl der Drahtsorten wird die Kombination Konstantan-Eisen, obgleich sie mit 53 Mikrovolt pro Grad Temperaturdifferenz nächst Wismut-Antimon den grössten Effekt gibt, in ausgedehnteren Leitungen oft ungünstiger sein als Konstantan-Kupfer mit nur 40 Mikrovolt.

Ist nun mit diesen Rücksichten der Widerstand festgelegt worden, welcher ohne Schaden für die Zuverlässigkeit der thermischen Bestimmung nicht unterschritten werden darf, so wird die Verwendung eines Drehspulengalvanometers von nahe gleichem Widerstande noch davon abhängig sein, ob die Dämpfung dem aperiodischen Zustand nahe kommt. Für derartige Zwecke bestimmte Galvanometer sollen also höchstens einen Widerstand von ihrem eigenen Betrag erfordern, um den aperiodischen Grenzfall zu erreichen. Ist für ein verfügbares Instrument hierzu grösserer Ausserwiderstand nötig, als dem oben bezeichneten Widerstandsminimum entspricht, so kann dies je nach der erreichten Empfindlichkeit entweder der Reduktion der Leitungsquerschnitte oder der Vergrösserung der Thermosäule zu gute kommen. Je kleinerer Widerstand vom Galvanometer und Schliessungskreis kombiniert werden kann, desto kleinere Elementenzahl reicht natürlich zur Messung eines gegebenen Effektes aus.

Mit derart gesteigerter Empfindlichkeit steigt in gleichem Masse die Empfindlichkeit gegen äussere Störungen, denen auf folgende Weise entgegengewirkt werden kann. Die Leitungsdrähte zum Galvanometer werden aus einem einzigen Stück gezogen und wenn möglich unmittelbar an die äussersten Lötstellen der Thermosäule geführt. Das Galvanometer wird mit einem Wärmeisolator umgeben.

Als Umschalter dient ein aus Glas geblasener sogenannter Vierweghahn, der mit Quecksilber gefüllt ist. Die Zuleitungen finden durch Patentgummischläuche statt, deren Enden etwa mit runden Kupferstückchen abgeschlossen
110 werden, an denen sich die Leitungsdrähte anschliessen. Diese vier Verbindungsstellen sind wieder in einem gut isolierten Gefässe zusammenzuführen, um sie auf gleicher Temperatur zu halten.

Der Verwendung eines Kompensationsapparates, bei
115 welchem auf bekannte Weise durch Stöpsel oder Kugeln ein variabler Kompensationswiderstand in einem Stromkreise von konstantem Gesamtwiderstand hergestellt wird, stehen die bekannten hierbei auftretenden thermischen und elektrolytischen Störungen entgegen. Diese Methode ist aber
120 bei Messung kleiner Effekte schon dadurch ausgeschlossen, dass mit der Kompensation, sofern sie fein genug ausführbar sein soll, eine mit Rücksicht auf die Empfindlichkeit unzulässige Erhöhung des Schliessungswiderstandes der Thermoelemente verbunden wäre. Um auf 1 Proz. regulieren
125 zu können, muss bei der Feussnerschen Anordnung 100, bei der Rapsschen 1000 Ohm zwischen den Potentialleitungen liegen. Davon abgesehen, wird der Dämpfungszustand gerade der im übrigen am besten geeigneten Spulengalvanometer unter solchen Versuchsbedingungen leicht ein zu
130 ungünstiger, um kleinere und grössere Effekte gleichzeitig bequem messen zu können.

Diese Gründe haben die physikalisch-technische Reichsanstalt wohl bestimmt, selbst bei der Messung von pyrometrischen Zwecken dienenden Thermoelementen einen
135 Satz kleiner Manganinwiderstände mit sorgfältig geschützten kupfernen Kontaktklötzen und -Klemmen als Kompensationswiderstände zu benützen, an denen die Abzweigungen zum Thermoelement fest angelegt werden. Die Variierung der Spannung geschieht dabei durch Auswahl des geeigneten
140 Kompensationswiderstandes für die gröberen Stufen des Messbereiches und durch Veränderung der Stromstärke im Hauptkreis für feinere Einregulierung. Die Stromstärken müssen so mit einem Milliampereometer gemessen werden.

Bei Messung sehr kleiner Temperaturen verwendete ich
145 schon früher einen in einem geschützten Gefäss verschlossenen Manganindraht—diese Komposition hat bekanntlich nur eine verschwindend kleine Thermokraft gegen Kupfer—

und konnte hierbei die Spannung durch eine Widerstandskombination variieren, welche die Hauptstromstärke nahezu konstant hielt. Wurde auch so die Verwendung eines Zeigegalvanometers vermieden, so war doch das Abgleichverfahren und die Berechnung ziemlich mühsam und zeitraubend. 150

Durch die im folgenden beschriebene Widerstandskombination dürfte jedoch bei völliger Wahrung der diskutierten Forderungen für einwandfreie Messung kleiner Thermoeffekte das Messverfahren ebenso einfach gestaltet sein, wie dies bei den Kompensationsapparaten zur Messung nicht zu kleiner Spannungen der Fall ist. 155

H. HAUSRATH.

Karlsruhe.

(*Ann. d. Phys.*, Bd. xvii, 1905, S. 735-739.)

NOTES

NOTES.

For Alphabetical List of German Abbreviations occurring in the Text, see p. 75.

LINE

I. ANILINFARBSTOFF.

6. Abkömmlinge: *derivatives.*
6. Triphenylmethan-, Rosanilin-, Phenol- und Phtalsäurefarbstoffe = Triphenylmethanfarbstoffe, Rosanilinfarbstoffe, Phenolfarbstoffe und Phtalsäurefarbstoffe. If in two or more compound words joined by a conjunction the same component part occurs more than once, this part can be omitted in all but one of the compounds, the omission being indicated by a hyphen. See *Gram. Summary*, § 4 (4).
11. leiten sich . . . ab: *are derived from.* See *Gram.* § 144.
16. geschieht, literally *happens*; translate: *is carried on.*
16. indem . . . einfließen lässt: *by letting . . . flow in.* Note that a German causal clause beginning with *indem* is frequently best translated by a suitable preposition followed by a verb-noun.
19. unter Umrühren: *while stirring it.* See *Gram. Summary*, § 9.
25. ist nicht zu verwechseln mit: *is not to be mistaken for, must not be mistaken for.* Note that *sein* followed by an active infinitive must, as a rule, be translated by *to be* followed by a *passive infinitive*.
31. was: *which.* See *Gram.* § 78.
31. indem: this being a *temporal* (not a *causal*) clause, *indem* should be translated by *while*. Contrast II. 16-18.
32. deren Wiederverwertung recht lästig war: *the further utilization of which was very troublesome.*
60. eigens: *specially.*
68. findet sich: *is found.* See note on I, II.
69. in Europa vorkommenden: *occurring in Europe.* Note that in German adjectival phrases of almost any length may be placed before the noun they qualify. In translating, place them after the noun they qualify. See *Gram. Summary* § 1.
79. in den letzten . . . vervollkommnete: *so remarkably perfected in recent years.* See preceding note.

2. DIE FRANZÖSISCHEN PRÜFUNGSBESTIMMUNGEN.

Prüfungsbestimmung: a compound of *Prüfung* (testing) and *Bestimmung* (regulation); translate: *regulation for testing.*

10. deren: gen. pl. of Demonstr. Pron. See *Gram.* § 72.
16. deren jede: *each of which.*
42. Alterungsverfahren: a compound of *Verfahren* (process) and *Alterung*, an abstract noun derived from the verb *altern* (to age); translate: *ageing (= maturing) process.*
43. Stabthermometer: *rod thermometers.*
44. Einschlussthermometer: *thermometers with enclosed scale.*
50. für . . . zugelassene: an adjectival phrase qualifying *Fehler* (error). See note on I, 69.

3. DAS LEUCHTGAS.

LINE

2. **Leuchtgasherstellung**: a compound of **Leuchtgas** (coal-gas) and **Herstellung** (manufacture); translate: *manufacture of gas*.
3. **deren mehrere**: *several of which*. Cf. note on 2, 16.
6. **Flüssigkeitsverschluss**: a compound of **Flüssigkeit** (liquid) and **Verschluss** (stop); translate: *liquid seal*.
6. **eine mit . . . versehene Vorlage**. See note on 1, 69; translate: *a receptacle provided with . .*
10. **durchstreichen**: *pass through*.
18. **vorbeschrieben**: *previously described*.
19. **Reinigungsanlage**: compound of **Reinigung** (purifying, refining) and **Anlage** (apparatus); translate: *apparatus for refining*.
19. **zum . . . hin**: *hin* strengthens **zum**; translate: *in the direction of*. . . . See *Gram. Summary*, § 6.
20. **aufrechterhalten**: *to maintain*.
25. **durch . . . beseitigten**. See note on 1, 69.
31. **von . . . aus**: the word **aus** strengthens **von** and need not be translated. Cf. note on 3, 19.
46. **Glühstrumpf**: *incandescent mantle*.
52. **mit . . . getränktes**. See note on 1, 69.
54. **Lichtausstrahlungsvermögen**: a compound of **Licht** (light), **Ausstrahlung** (radiation) and **Vermögen** (power); translate: *power of radiating light*.

4. BESPRECHUNG VON LANDOLT-BÖRNSTEIN, ETC

13. **After unterzogen supply worden**. See *Gram. Summary*, § 4 (3).
24. **Schmelz- und Siedepunkte = Schmelzpunkte und Siedepunkte**. See second note on 1, 6.
43. **neu aufgenommen**: literally, *included newly*, i.e. *added*. Supply **worden**. Cf. note on 4, 13.
45. **geschehen ist**: literally, *has happened*; say, *has been done*.
55. **desgleichen**: *similarly*.
56. **gegen Platin**: *in their action on platinum*
65. **Es fehlen**. **Es** is the formal subject, the real subject (with which the verb agrees) being **Tabellen**. In translating begin the sentence with the real subject, or substitute "there" for "**es**." See *Gram. Summary*, § 14.
80. **in den Handel bringen**: *to put on the market, to publish*.

5. TECHNISCHES EISEN.

3. **Masse**: dat. of "**das Mass**" (measure); pronounce Mä-sse. Contrast "**die Mäs-se**" (with short a), which means *bulk, mass*.
14. **vor dem Flüssigwerden**: *before becoming liquid*. See *Gram. Summary*, § 9.
20. **Erweichungstemperatur**: *softening temperature*.
35. **lässt sich giessen**: literally, *allows itself to be cast*; translate: *can be cast*. Note that the active infinitive of a transitive verb with **sich lassen** must be translated by a passive infinitive. See *Gram. Summary*, § 10.
36. **aus feinen . . . bestehendes**. See note on 1, 69.
38. **sich . . . schmieden lässt**: *can be wrought*. See note on 5, 35.

LINE

44. Wird der Stahl . . . Inversion of subject and verb is used because the conjunction *wenn* (if) has been omitted. See *Gram.* § 156 (B).
44. von neuem: *anew*.
48. Anlassen oder Nachlassen: *tempering*.
49. den zu erzielenden Grad: *the degree to be attained*. Note that the German present participle preceded by *zu* is here translated by the passive infinitive. See *Gram. Summary*, § 13.
50. von altersher: *from time immemorial*.
54. Ist die Dicke . . . See note on 5, 44.
61. Jeder . . . entspricht. Jeder is the object of *entspricht*, *entsprechen* taking a dative object. See *Gram.* § 151 (B).
68. Härtezustand: a compound of Härte (hardness) and Zustand (state); translate: *degree of hardness*.
87. gewissermassen: literally, *in a certain measure*; say, *as it were*.
88. abgeschreckt: *quickly tempered*.
90. Temperaturerhöhung: compound of Temperatur (temperature) and Erhöhung (increase); translate: *increase of temperature*.
95. Umwandlungsgeschwindigkeit: compound of Umwandlung (change) and Geschwindigkeit (rapidity); translate: *rapidity of change*.
100. derart, dass . . .; translate: *in as far as*.
106. sich verschiebt: *is altered*. See note on I, XI.
108. für . . . erforderliche. See note on I, 69.
116. erhalten bleibt: *is preserved*.

6. ÜBER EINE VIOLETTE UND ULTRAVIOLETTE STRAHLUNG, ETC.

13. Kassette: *dark slide*.
33. auch darum: literally, *also therefore*; translate, *all the more*.
43. Eisen- Kupfer- und Messingscheiben. See note on I, 6.
100. Isolar-Gelatinetrockenplatte: (*Isolar*) *gelatine dry plate*.
133. zu beantworten. See note on I, 25.
165. das beweisen: *The following experiments prove that . . .* The object clause "*Dass die Wärmestrahlen . . . sind*" precedes the principal sentence, and is resumed by "*das*."
202. Peltierschen Erscheinungen: *Peltier phenomena* See *Hints on the Use of the Dictionary* (5).
209. Wir haben es . . . zu tun. In translating omit *es*.

7. GESCHICHTE DER THERMOCHEMIE.

2. wohl: *probably*.
3. Er machte . . . Front: *he opposed*.
4. sich . . . erkennen liessen: *could be recognised*. See note 5, 35.
8. Hieraus musste . . . geschlossen werden. The subject *es* has been omitted. See *Gram. Summary*, § 4 (1).
8. eine sich dabei abspielende Vereinigung: *a chemical union taking place at the same time*.

LINE

12. **Verbrennungs- und Atmungsprozess.** See note on 1, 6.
 17. **unterhalte.** Note that in German "reported speech" the subjunctive is frequently used. See *Gram. Summary*, § 8.
 19. **heute gültig:** *held nowadays*.
 20. **Er war es:** *it was he*.
 24. **von ihm aufgestellt:** *supply worden.* See *Gram. Summary*, § 4 (3).
 26. **erforderlich sei.** See note on 7, 17.
 38. **mag die Verbindung . . . geschehen:** the inversion of subject and verb is due to the omission of *ob*. Translate: *whether the combination take place . . .* See *Gram. Summary*, § 3 (a).
 40. **das heisst also:** *that is to say then*.
 41. **es mag nun der Vorgang . . . verlaufen.** The inversion of the real subject (*der Vorgang*) and the verb (*mag*) has taken place according to the rule given in note on 7, 37; but in this case the formal subject *es* (which need not be translated) has been introduced before the verb. Translate: *no matter whether the reaction be completed at one time or at intervals of any length*.

8. ÜBER EINIGE ENTLADUNGSCHEINUNGEN, ETC.

8. **Es ist der Versuch gemacht worden:** *The attempt has been made*
 See note on 4, 65.
 28. **Stellt man . . . Wenn** is omitted. See note on 5, 44
 39. **die andere:** *i.e., die andere Hand*.
 72. **längere Zeit:** *for some (longish) time.* See *Gram. Summary*, § 15.
 109. **ist zu beobachten:** *is to be observed, can be observed.* See note on 1, 25.
 115. **ohne . . . zu müssen:** *without being obliged.* Note that *ohne* followed by the infinitive must be translated by *without* followed by the present participle. See *Gram. Summary*, § 12.
 133. **Begünstigt wird es:** translate as if the order were, "*Es wird begünstigt.*" The word "*begünstigt*" is placed first for the sake of emphasis. See *Gram.* § 156 (A, 3).

9. ÜBER ANORGANISCHE COLLOÏDE.

5. **gewichtsanalytisch:** *quantitative*.
 8. **entging diesen Beobachtern:** *entgehen* takes a dative object. See *Gram.* § 151 (B). Translate: *at the same time the fact did not escape these observers*.
 16. **darauf: sich beschränken** takes the fixed preposition *auf*. See *Gram.* § 149. *darauf* is an equivalent for *auf es*. See *Gram.* § 67 *darauf* anticipates *zu beschreiben*. It need not be translated. See *Gram. Summary*, § 5 (b).
 22. **welchen . . . fehlt.** *fehlen* takes a dative object.
 36. **ist es gelungen:** *one has succeeded in . . .* See *Gram.* § 153**.
 40. **einbüßen:** pronounce *bü-ssen* with long *ü*.
 51. **Es ist aber die Fähigkeit . . .:** *Es* is the formal subject, which should not be translated. See note on 4, 65.

LINE 10. CHROMATISCHE DEPOLARISATION, ETC.

7. eine der üblichen gleichmächtige Charakteristik: *a characteristic of equal importance to the usual one.*
9. andere weiter angeführte Versuche: *other experiments quoted further on.*
24. von . . polarisierten. See note on 1, 69.

11. GOLD.

9. fiel Faraday . . . auf: Faraday is the dative, auffallen (to strike) taking a dative object.
15. Später gelang es anderen Forschern: *At a later date other investigators succeeded.* See Gram. § 153 **.
41. ohne sich zu verändern. See note on 8, 115.
56. fällt . . . aus: *precipitates.*
68. Dass das Hydrosol . . . The object clause precedes the principal sentence.
76. hätte abgegeben werden müssen: *ought to have been given off.* See Gram. § 132.

12. REZENSION VON TH. C. HEBB, ETC.

8. gedackte Pfeife: *closed pipe.*
24. Des weiteren: an adverbial genitive; translate: *further.*

13. CHEMISCHE VERWANDTSCHAFTSLEHRE.

2. reicht bis tief . . . hinab: *goes far back.* . . .
42. nur vorübergehend und von den Zeitgenossen beinahe völlig unbeachtet: *only in passing and almost entirely unnoticed by their contemporaries.*
52. ist anzusehen: *is to be considered.* See note on 1, 25 and Gram. Summary, § 10 (a).
61. Dadurch nämlich, dass . . . Dadurch anticipates the clause following it; translate: *through the fact that* . . . See Gram. Summary, § 5 (b).
83. indem . . . löslich sind: *through the precipitated substances being somewhat soluble.* See second note on 1, 16 Here it might be better to say: *as the precipitated substances are somewhat soluble.*
85. und der . . . muss: *and corresponding to the—though no doubt very slight concentration of their saturated solution, a state of equilibrium must result.*

14. DIE ENTSTEHUNG DES "NATIONAL PHYSICAL LABORATORY."

6. in Vorschlag gebracht: = vorgeschlagen.
12. Darin wurde empfohlen: the subject *es* is understood. Translate: *They recommended* . . . See Gram. Summary, § 4 (1).
15. das . . . erhaltene Kew-Observatorium. between *das* and *Kew-Observatorium* are the adjectival phrases (a) *auf Veranlassung der Br. Assn.* . . . *gegründete*; (b) *von der R. S. verwaltete*; (c) *sich selbst erhaltende.* See note on 1, 69.
21. dafür: anticipates the clause *dass* . . . *bringen*, and should be translated: *for the fact (that* . . . *).* See Gram. Summary, § 5 (b).

LINE

21. dass allgemeine . . . bringen. The skeleton of this sentence is:
allgemeine . . . Untersuchungen (welche . . . können), nicht bloss . . . dienen, sondern auch . . . bringen.
27. bleiben . . . bestehen. As a rule, a German infinitive depending on bleiben must be translated by a present participle, e.g., er blieb stehen = *he remained standing*. In this instance, instead of *remain existing*, say: *continue to exist*. See *Gram. Summary*, § 11.
27. so viel . . . auch: *however much*.
34. beschränken sich doch die meisten Laboratorien . . . :
indeed most laboratories confine themselves . . .
35. darauf. See note on 9, 16.
43. dürfte: past subjunctive of modest assertion; translate: *probably a long time will still be required*. See *Gram. Summary*, § 7 (2).
81. Gross-Lichterfelde: a suburb of Berlin.

15. BERICHTE.

A.

22. Es sind gefunden: supply *worden* and translate: *The following have been found*. See *Gram. Summary*, § 4 (3).
29. sich berechnet: *works out at*.

B.

14. hat sich gezeigt. The formal subject *es* has been omitted. Translate: *it has been shown*, or better, *it appears*. See *Gram. Summary*, § 4 (1).
42. Mit Bleisuperoxyd gemischt . . . ausgesetzt: *If after having been mixed with . . . it is exposed to . . .*
50. gelang es: *we succeeded in . . .*, the dative *uns* being understood.

16. ÜBER EINIGE EIGENSCHAFTEN, ETC.

4. als bestehe es. *ob* is omitted, hence inversion of subject and verb. See *Gram. Summary*, § 3 (b).
11. besteht darin, dass . . . See note on 13, 61.
18. bringt man . . . an: *anbringen, to attach, to fix*.
33. konstant sein müsste: *ought to be constant*.
39. derart = *der Art*, in which phrase *der* is the demonstrative adjective; translate: *of such a kind*.
60. verzögere: subjunctive of reported speech. See note on 7, 17.
61. sollten: subjunctive of reported speech.
66. würde ein Bündel . . . The skeleton of this sentence is: *Ein Bündel aus Strahlen würde . . . für den Ort . . . eine Bahn ergeben*. The word *Strahlen* is qualified by (a) *welche . . . besitzen*, (b) *und deren Bahnen . . . dringen*. The word *Bahn* is qualified by (a) *deren . . . zunehmen würde*, (b) *und welche . . . haben würde*.
125. hätte erwarten müssen: *ought to have expected*. See *Gram* § 132.
138. der der. The first *der* is nom. sing. belonging to *entsprechende (Abstand)*, while the second *der* is dat. fem. sing. belonging to *ersten . . . Veränderung*.

17. CHEMISCHES GLEICHGEWICHT.

9. den . . . Mitteln is dat. object of sich entziehen (evade).
 11. als fände der Vorgang . . . statt: inversion of subject and verb is due to omission of ob. See *Gram. Summary*, § 3 (b).
 12. In dem Satze: the word Satz is here used in the sense of Gesetz (law).
 24. Wir denken uns: *we assume*. Note that uns is here the dat. of the refl. pronoun. See *Gram.* § 143.
 34. gedachte: *just mentioned*.

18. DER EINFLUSS DER IONISATION, ETC.

36. ob aber auch bei schwachen (Eröffnungsfunken dies der Fall ist). The words in () are understood.
 42. so ist: supply es, the subject of ist nötig. See *Gram. Summary*, § 4 (1).

19. EINE ALLGEMEINE EIGENSCHAFT, ETC.

2. zwecks: adverbial gen. of the noun Zweck (purpose); translate: *for the purpose of*.
 12. Diese . . . bestimmt sein: *the object of this treatise is*.
 27. von vornherein: *to begin with*.
 45. also: *that is to say*.
 56. Dies sind die Analogien: *These are the analogies*.

20. ÜBER DIE DIFFUSION, ETC.

43. Vorversuche: *preliminary experiments*.
 61. Zeiteinheit: *time-unit*.
 72. es lässt sich . . . eine untere Grenze . . . ableiten: *a lower limit can be deduced*. See note on §, 35.

21. URANSTRAHLEN, ETC.

15. fraglich: *in question*.
 23. vor sich gehen: *are going on*.
 30. in erster Linie: *in the first place*.
 57. Leitfähigkeit = Leitungsfähigkeit (conductivity).

22. EIN PLANIMETER, ETC.

15. Man denke etwa: literally, *Let one think for example*; translate: *Think for example*. See *Gram. Summary*, § 7 (A).
 15. es sei . . . erinnert: The real subject der Leser (the reader) is omitted, es being the formal subject. The literal translation would be *let the reader be reminded of*. See *Gram. Summary*, § 4 (2).
 39. Sprungschén: Sprung's. In German adjectives are derived from proper names by the suffix -isch, which is frequently shortened to -sch. Cf. note on 6, 202.

23. RADIUM UND HELIUM.

57.. legen . . . nahe: *suggest.*

24. DIE MESSUNG, ETC.

3. die zu messende . . . See note on 5, 49.
10. für . . . auszuführende. See note on 5, 49.
20. Der Mitteilung . . . eine . . . Zusammenfassung . . .
 vorauszuschicken: With vorauszuschicken there are two
 objects, the first in the dative (Mitteilung), the second in the accusative
 (Zusammenfassung). Translate: *to preface the account . . . with*
a short summary, and make this dependent on *es scheint berechtigt*.
22. dürfte: *might perhaps be of advantage.* See note on 14, 43.
25. Es wird sich . . . Gelegenheit . . . geben: *An opportunity*
will present itself. See note on 4, 65.
33. gleich dem äusseren: supply Widerstand.
34. eventuell: *if necessary.* The German eventuell always expresses a pos-
 sible contingency and should never be translated by "eventually."
47. Einlöten oder -Nieten. See second note on 1, 6.
53. Soll . . . gemessen werden: *If . . . is to be measured.*
56. empfiehlt sich. The formal subject *es* is omitted. Translate: *it is*
advisable. See *Gram. Summary*, § 4 (1).
66. Ansetzen: an infinitive used as a noun. Translate: *the attachment of.*
71. sollte . . . geschehen: *should be done.*
75. Hintereinanderschaltung: *arrangement in a series.*
93. der Reduktion and der Vergrößerung are dative objects of zu gute
 kommen (assist).
114. Der Verwendung is dative object of stehen . . . entgegen (stand
 in the way of). Subject of the sentence is die . . . Störungen.
126. Rapsschen. See note on 22, 39.
133. bei der Messung . . . Thermoelementen: the preposition bei
 governs Thermoelementen, while der Messung is the dative
 required by dienenden. the phrase der Messung dienenden
 being an adjectival phrase qualifying Thermoelementen. See note
 on 1, 69, and *Gram. Summary*, § 1.
155. dürfte. See note on 24, 22.

HINTS ON THE USE OF THE DICTIONARY;
GRAMMATICAL SUMMARY; LIST OF
GERMAN ABBREVIATIONS

HINTS ON THE USE OF THE DICTIONARY

In using the German-English Dictionary students not infrequently either fail to find the German word whose English equivalent they wish to know, or, having found the German word, fail to discover among the meanings given an English equivalent suitable to the context. Their failure is, however, as a rule due not so much to the incompleteness of the dictionary (though even the best dictionary cannot be absolutely complete) as to their inability to use the dictionary to the best advantage. In this connection the following hints will prove useful:—

(1) A sound knowledge of German Accidence is indispensable in order that the student may know the possible forms under which he may have to look for the word he wishes to find. Thus, for example:—

Arbeiter may be either the singular or the plural of 'Arbeiter' (worker), but cannot be the plural of 'Arbeit' (work).

Massen may be (a) any case of the plural of 'Masse' (mass, bulk), (b) the dative plural of 'Mass' (measure).

lauter may be (a) the adjective 'lauter' (pure), (b) the adverb 'lauter' (merely), (c) the comparative of the adjective 'laut' (loud).

gelegen is the perfect participle not of 'legen' (to lay), but of 'liegen' (to lie).

fällt, ausfällt, etc., are the 3rd sing. pres. indic. of both 'fallen,' 'ausfallen,' etc. (fall, be precipitated, etc.) and of 'fällen,' 'ausfällen,' etc. (to fell, precipitate, etc.).

(2) In most dictionaries German words are printed in German type.

As the German alphabet contains the same letters as the English, and is arranged in the same order, the initial letters present but little difficulty, the only point to be noticed being that both I and J are represented by **J**. In consequence of this, words beginning with I and words beginning with J are sometimes included together in one list. Thus, 'jedenfalls,' 'immerhin,' 'Inhalt,' 'Jodsäure,' might all have to be looked for, in the alphabetical order of the second letter, under **J**.

As regards the small letters, the student should notice carefully (a) the differences between **f** (f) and **f** (s), **k** (k) and **t** (t), **r** (r) and **x** (x); (b) the combination **ß** (ss).

(3) In the case of many German words two ways of spelling exist side by side:—

(a) In words of Germanic origin the following older ways of spelling are still frequently met with:—

1. 'th' for 't,' *e.g.*:—Thatsache, Theil, Antheil, Werth, nothwendig.
2. 'Ae,' 'Oe,' 'Ue' for Ä, Ö, Ü, *e.g.*:—Aehnlichkeit, Oeffnung, Uebertritt.

(b) In words of Latin or Greek origin the following new and more phonetic ways of spelling are frequently used in place of the old:—

1. 'z' for 'c' when followed by 'e,' 'i,' or 'y,' *e.g.*, Zentimeter, Prozess, fluoreszieren, Zylinder.
2. 'k' for 'c' when followed by 'a,' 'o,' 'u,' or a consonant, and when final, *e.g.*, Karbolsäure, konzentrisch, kritisch, Kubikmeter, reziprok.

(4) When compound words cannot be found in the dictionary, they should be resolved into their component parts, in which connection it should be noted that compounds may be formed either—

(a) by simple juxtaposition, *e.g.*, Härtezustand = Härte (hardness) + Zustand (condition), *i.e.*, condition of hardness; Messverfahren = Mess (the stem of the verb 'messen') + Verfahren (procedure), *i.e.*, method of measuring.

(b) by connecting the component parts by means of 's' or 'n,' *e.g.*, Umwandlungsgeschwindigkeit = Umwandlung (change) + s + Geschwindigkeit (rapidity), *i.e.*, rapidity of change; Sonnenfinsternis = Sonne (sun) + n + Finsternis (darkness), *i.e.*, solar eclipse.

(5) Adjectives are frequently formed from proper names in German by adding the termination '-isch,' which is often shortened to '-sch,' *e.g.*, Der Sprungsche Wagebarograph (= Sprungs Wagebarograph); Peltiersche Erscheinungen (= die von Peltier entdeckten Erscheinungen).

(6) When the combination 'ck' is divided at the end of a line, the 'c' is changed into 'k'; thus decken, herabdrücken, would appear as dekken, herabdruk-ken.

(7) When none of the meanings of a German word given in the dictionary are suitable to the context, the student should first get as clear an idea as possible of the general meaning of the German word as shown (a) by the various meanings enumerated in the dictionary, (b) by the formation of the word itself, and should then supply, if he can, the special meaning required.

GRAMMATICAL SUMMARY

THE following is a summary of the grammatical rules given in the preceding Notes, and not fully explained in the Grammar accompanying our First Course.

I.—ORDER OF WORDS

General Rules for the Order of Words in German will be found in the Grammar, §§ 154-156, to which add—

Adjectival phrases of almost any length may, in German, **I** be placed before the noun they qualify, while in English they follow the noun, *e.g.* :—

Indigo findet sich in dem *in Europa vorkommenden* Waid.
(Indigo is found in the woad *occurring in Europe.*)

Der *für die Thermometer der anderen Klassen zugelassene* Fehler. (The error *allowed in the thermometers of the other classes.*)

There may even be two or more such adjectival phrases **2** qualifying the noun they precede, *e.g.* :—

Das *auf Veranlassung der British Association im Jahre 1867*
gegründete, von der Royal Society verwaltete Kew-Obseivatorium.
(The Kew Observatory, *founded at the instance of the British Association in*
1867, and managed by the Royal Society.)

II.—OMISSION OF WORDS

For the omission of 'wenn' and 'ob,' which is always shown by the Inverted Order, *see* Grammar, § 156 (*B*), to which add—

The conjunction 'ob' may also be omitted in the follow- **3**
ing cases, the omission being similarly indicated by the
Inverted Order :—

(*a*) 'ob' = 'whether,' *e.g.* :—

Die Warmeentwicklung ist stets dieselbe, *mag der Vorgang*
auf einmal verlaufen oder nicht. (The amount of heat developed
is always the same, *whether the reaction* be completed at one time or not.)

(*b*) 'als ob' = 'as if,' *e.g.* :—

Das Bündel verhält sich als ein homogenes, d.h. *als bestehe*
es aus Teilchen, welche . . . (The beam of rays behaves like a
homogeneous one, i.e., *as if it consists of particles which . . .*)

4 Other words may be omitted in accordance with the following rules:—

- (1) The Formal Subject 'es' (*see* below § 14) is omitted whenever, if not omitted, it would have to be placed after the verb (*see* Rules for Inverted Order, Gram., § 156), *e.g.*:—

Dabei hat [es] sich gezeigt, dass . . . (At the same time *it* has been noticeable that . . .)

Soll eine Erklärung gegeben werden, so ist [es] nötig . . . (If an explanation is to be given, *it* is necessary . . .)

- (2) The Real Subject is occasionally omitted when a Formal Subject is introduced, *e.g.*:—

Es sei [der Leser] erinnert. (Let *the reader* be reminded.)

- (3) Auxiliary Verbs are sometimes omitted when they would stand at the end of the sentence, *e.g.*:—

Herr X, der denselben Versuch ausgeführt [hat]. (Mr. X, who *has* carried out the same experiment.)

Herr X, von dem dieser Versuch gemacht worden [ist]. (Mr. X, by whom this experiment *has* been made.)

Die Fassung der Tabellen ist einer vollständigen Umarbeitung unterzogen [worden]. (The arrangement of the tables *has been* subjected to a complete revision.)

- (4) If in two or more compound words joined by a conjunction the same component part occurs more than once, this part may be omitted in all but one of the compounds, the omission being indicated by a hyphen, *e.g.*:—

Schmelz-[punkte] und Siedepunkte. (Melting-points and boiling-points.)

Temperaturverteilung oder [Temperatur]-Veränderung. (The distribution or change of temperature.)

Man erreicht dies durch Einlöten oder [Ein]-Nieten. (This is attained by soldering or rivetting in.)

III.—GERMAN WORDS NOT TO BE TRANSLATED

An Infinitive or a Subordinate Clause is frequently anticipated in German sentences— 5

(a) by *es* with verbs taking an accusative object, *e.g.* :—

Wir haben *es* versucht diese Erscheinung durch ein Experiment klar zu machen. (We have tried to make this phenomenon clear by an experiment.)

Dieser Versuch hat *es* bewiesen, dass unsere Behauptung richtig war. (This experiment has proved that our assertion was correct.)

(b) by *da* compounded with the “fixed preposition” required by certain verbs, nouns, and adjectives (*see* Gram., § 149), *e.g.* :—

Ich zweifle nicht *daran*, dass diese Erfindung grosse Folgen haben wird. (I do not doubt that this discovery will have great consequences.)

Man muss sich *davor* hüten, aus dieser Tatsache zu weit gehende Folgerungen zu ziehen. (One must take care not to draw too far-reaching conclusions from this fact.)

Diese Forscher beschränkten sich *darauf*, die beobachteten Erscheinungen zu beschreiben. (These investigators confined themselves to describing the phenomena observed).

Ich muss mein Erstaunen *darüber* aussprechen, dass Herr X. dies übersehen hat. (I must express my astonishment [at the fact] that Mr. X. has overlooked this; *or*, at Mr. X. having overlooked this.)

Adverbial Particles are sometimes introduced in German to strengthen the force of a preceding preposition, particularly when motion is implied, *e.g.* :— 6

Diese Vorrichtung, welche die gleichmässige Bewegung der Gase von den Retorten *weg* zum Gasometer *hin* aufrechterhält. (This apparatus, which maintains the regular passage of the gases from the retorts to the gasometer.)

IV.—SUBJUNCTIVE

7 (A) In principal sentences—

(1) In commands (and prohibitions), *e.g.* :—

Man *denke* etwa an . . . (Think for example of . . .)

Die Entfernung A K *sei* mit *a* bezeichnet. (Let the distance A K be denoted by *a*.)

(2) In modest assertions, *e.g.* :—

Es *dürfte* noch lange Zeit erfordern, ehe . . . (It *will probably* be a long time before . . .)

Diese Mitteilung *dürfte* von Vorteil sein. (This information *might perhaps* be of use.)

8 (B) In subordinate clauses—

In reported statements, *e.g.* :—

Lavoisier bewies, dass der Sauerstoff der Luft die Verbrennung *unterhalte*, indem er sich mit dem verbrennenden Körper *vereinige*. (L. showed that the Oxygen of the air *maintained* the combustion, etc.)

V.—INFINITIVE

9 German Infinitives are sometimes used as nouns, in which case they correspond to English verb-nouns, *e.g.* :—

Das *Ansetzen* des Drahtes. (The *attaching* of the wire.)

Das *Hinzugießen* der Säure muss unter *Umrühren* geschehen. (The *pouring in* of the acid must be done while *stirring*.)

10 A German Active Infinitive is translated by an English Passive Infinitive—

(a) after the verb 'sein,' *e.g.* :—

Es ist *zu beobachten*. (It is *to be observed*.)

(b) when dependent on 'sich lassen,' *e.g.* :—

Stahl lässt sich *gessen*. (Steel can *be cast*.)

11 The Active Infinitive of German verbs expressing position corresponds, when dependent on 'bleiben,' to an English Present Participle, *e.g.* :—

Die Stahlfeder bleibt an dem Magnete *hängen*. (The steel pen remains *hanging* on the magnet.)

The German Active Infinitive preceded by 'ohne zu,' **12**
corresponds to the English Present Participle preceded by
'without,' e.g. :—

Die Lösungen können monatelang aufbewahrt werden, *ohne sich zu verändern*. (The solutions can be kept for months *without changing*.)

VI.—PARTICIPLES

The German Present Participle preceded by 'zu' is often **13**
used attributively and must be translated by an English
Passive Infinitive, following the noun (cf. § 1), e.g. :—

Das Kennzeichen für den *zu erzielenden* Grad. (The sign for
the degree *to be attained*.)

VII.—FORMAL SUBJECT

In German sentences the Real Subject is frequently placed **14**
after the verb, its natural place before the verb being occu-
pied by the Formal Subject 'es,' e.g. :—

Es ist der Versuch gemacht worden = Der Versuch ist ge-
macht worden. (The attempt has been made.)

Es fehlen noch genauere Angaben über diesen Versuch =
Genauere Angaben über diesen Versuch fehlen noch. (There
are wanting as yet more exact details of this experiment.)

VIII.—COMPARATIVE

German Adjectives are sometimes used in the comparative **15**
degree when comparison is suggested rather than definitely
expressed. Such Comparatives may usually be translated by
the English Positive, preceded, if necessary, by 'compara-
tively' or 'rather,' e.g. :—

Ich hatte die Lampe schon *längere* Zeit gerieben. (I had
already been rubbing the lamp for a [*rather*] *long* [*longish*] time.)

Die Darstellung von Schwefelsäure in *grösseren* Mengen.
(The production of sulphuric acid in [*comparatively*] *large* quantities.)

LIST OF ABBREVIATIONS

a. a. O.	am angeführten Orte : in the place (work) mentioned
Amp.	Ampère.
Anm.	Anmerkung : note.
Ann. d. Phys.	Annalen der Physik.
Atm.	Atmosphäre(n) : atmosphere(s).
Aufł.	Auflage : edition.
Beibl.	Beiblatt (or Beiblätter) : supplement.
Bd.	Band : volume.
Bde.	Bände : volumes.
bez. bz. bezw. }	beziehungsweise : or, as the case may be, respectively.
ca.	circa : about.
ccm.	cubiccentimeter (Kubikzentimeter) : cubic centimetre(s).
Centralbl.	Centralblatt.
Chem.	Chemie : chemistry.
chem.	chemisch : chemical.
cm.	centimeter (Zentimeter) : centimetre(s).
cal.	Calorie(n) : caloric(s).
d.	1. der, die, das, den, des, dem ; 2. deutsch.
dergl.	dergleichen : similar, similar things.
desgl.	desgleichen : also, similarly.
d. h.	das heisst : i.e., that is to say.
Elektr.	Elektrizität : electricity.
elektr.	elektrisch : electrical.
elektrotechn.	elektrotechnisch : electrotechnical.
ev.	eventuell . if necessary, if suitable.
f.	1. für : for ; 2. folgende . following.
g.	Gramm : gramme(s).
geb.	gebunden : bound.
Hr.	Herr : Mr.
Hrn.	Herrn : (inflected cases of Herr).
J. pr. Chem. Journ. prakt. Chemie }	Journal für praktische Chemie.
Kgl.	Königlich : Royal.

Lieb. Ann.	Liebigs Annalen.
l. c. }	loco citato : in the place (work) mentioned.
loc. cit. }	
Lehrb. (d. Phys.)	Lehrbuch (der Physik) : Textbook (of Physics).
£ str.	Pfund Sterling : pound(s) sterling.
m.	Meter : metre(s).
M. }	
Mk. }	Mark : a German coin.
med.	medizinisch : medical.
mg.	Milligramm.
Min.	Minute(n) : minute(s).
No. }	
Nr. }	Nummer : number.
p.	per, pro.
Phys.	Physik : Physics.
phys.	physikalisch : physical.
Pogg. Ann.	Poggendorffs Annalen.
pCt.	per cent.
Rad.	Radium.
rd.	rund : about.
russ.	russisch : Russian.
S.	Seite : page.
s. a.	siehe auch : see also.
Schw.	Schwingung(en) : vibration(s).
Sek.	Sekunde : second.
SS.	Seiten : pages.
s. Z.	seiner Zeit : in his (at that) time.
u.	und : and.
u. a.	unter anderen among other things.
u. a. m.	und andere mehr : and others.
u. ä.	und ähnliche : and similar.
u. dergl.	und dergleichen : and things of that sort.
u. s. w. }	
usw. }	und so weiter : etc.
v.	von : of.
Verf.	Verfasser : author(s).
vergl. }	
vgl. }	vergleiche : cf., compare.
z. B.	zum Beispiel · e.g., for instance.
Zeitschr. }	
Ztschr. }	Zeitschrift : Magazine, Journal, Periodical.
Zts. }	
z. T.	zum Teil : in part.

